ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOPHYSIQUE. — *Projet de classification bibliographique des matières qui constituent la Sismologie actuelle*. Note de M. G. BIGOURDAN.

Jusqu'à une époque encore peu éloignée, la Sismologie se réduisait presque uniquement à la description des effets désastreux produits par les tremblements de terre et à la statistique. Elle a formé jusqu'ici une branche de la Géologie et plus spécialement de la Géodynamique; quelquefois on l'a rattachée à la Météorologie.

Mais dans le dernier quart du siècle passé, et surtout dans les années qui viennent de s'écouler, la Sismologie a pris un grand développement, grâce surtout à la sensibilité des appareils enregistreurs appliqués à l'étude des tremblements de terre; et aujourd'hui elle forme une science distincte, ayant ses méthodes, ses appareils, etc.

Ces rapides progrès ont vivement fait sentir le besoin d'une bibliographie sismologique (1).

Il est vrai que A. Perrey, R. Mallet, etc. ont donné des listes étendues d'Ouvrages et de Mémoires relatifs aux tremblements de terre; mais le classement y est fait suivant l'ordre alphabétique des noms d'auteurs ou

(1) Lors de la réunion à Rome, en octobre 1906, de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, l'ordre du jour portait une proposition (n° 23) présentée par le délégué hongrois (M. le prof. v. Kövesligethy) *pour la publication annuelle de la bibliographie sismologique*. La discussion de cette motion a été renvoyée à la réunion qui doit avoir lieu en septembre 1907.

par bibliothèques; et aujourd'hui ces listes sont insuffisantes. D'ailleurs, pour faciliter les recherches parmi les nombreuses publications des dernières années, une classification méthodique est indispensable.

Voici les principes sur lesquels est basée celle que nous proposons :

Deux notions simples, celles de *vitesse de propagation* et d'*intensité*, conduisent à la division suivante des sismes :

— Relativement à la vitesse de propagation, ils sont distingués en :

Tachysismes, ou sismes à propagation rapide,

Et *Bradysismes* ou sismes à propagation lente.

— Relativement à l'intensité on appelle :

Macrosismes ceux qui sont sensibles à l'homme sans le secours d'aucun instrument spécial,

Et *Microsismes* ceux qui ne sont révélés que par certains appareils appropriés.

De là une double division assez nette des phénomènes sismiques, et à laquelle on peut joindre la distinction des macrosismes *terrestres* (tremblements de terre proprement dits) et des macrosismes *marins* (tremblements de mer).

Mais l'étude complète des phénomènes sismiques suppose la connaissance des instruments et des méthodes employés aujourd'hui en Sismologie : la classification doit donc embrasser ce qui est relatif à ces instruments, à ces méthodes, etc., ainsi que les relations de la Sismologie avec les autres sciences. Par suite les grandes divisions de cette classification seront les suivantes :

Généralités, Histoire, Bibliographie;

Relations cosmiques et autres;

Méthodes;

Observatoires et Instruments;

Tachysismes, divisés en *macrosismes* et *microsismes;*

Bradysismes, divisés en *séculaires* et *périodiques*.

Reste à faire des subdivisions et à donner, à chacune de celles-ci, un numéro ou *chiffre enregistreur* en accord avec le système général de classification adopté.

Parmi ces systèmes généraux de classification on connaît surtout aujourd'hui, pour les sciences, d'un côté, le système dit *décimal* qui s'applique à l'ensemble des connaissances humaines et, de l'autre, celui

qui est employé par l'*International Catalogue of Scientific Literature* (¹).

Les subdivisions ou rubriques proposées ici s'adaptent également à l'un et à l'autre de ces systèmes; nous donnons ci-après, avec les subdivisions proposées, les chiffres enregistreurs que l'on pourrait adopter dans le second.

On sait que les sciences classées jusqu'ici dans l'*International Catalogue* sont distinguées par les *lettres d'enregistrement* suivantes : A, B, ..., R; on désignerait donc la Sismologie par la lettre S, de sorte qu'elle se trouverait caractérisée par la première lettre de son nom.

En conformité avec ces principes, voici l'ensemble de la classification proposée :

SISMOLOGIE (S.).

GÉNÉRALITÉS. BIBLIOGRAPHIE. HISTOIRE (²).

0000 Philosophie.
0010 Histoire. Biographie.
0020 Périodiques. Rapports d'Institutions, de Sociétés, de Congrès, etc.
0030 Traités généraux. Manuels. Dictionnaires. Bibliographie (³). Tables.
0040 Discours. Leçons. Conférences.
0050 Enseignement.
0060 Institutions. Musées. Collections. Applications pratiques. *Voir* aussi 1110.
0070 Nomenclature. *Voir* aussi 1140, 1260, 1360.

RELATIONS COSMIQUES ET AUTRES.

0100 Généralités.
0110 Géologie.
0130 Vulcanologie.
0150 Maréographie.

(¹) Dans le système décimal, la Sismologie est aujourd'hui classée dans la Géologie, sous les numéros 534.81, 551.22 et 551.221.

Dans l'autre système elle a le nº 13 de la Géographie (J) et le nº 25 de la Géologie (H).

(²) Les rubriques et numéros 0000-0070 sont communs à toutes les sciences indexées dans l'*International Catalogue*.

(³) Il s'agit ici de bibliographies sismologiques en général. La bibliographie de ce qui est relatif à chaque rubrique en particulier doit être indiquée sous le numéro de cette rubrique.

0160 Astronomie : Variation des latitudes, de la verticale, etc.
0170 Influences solaires. Aurores polaires.
0180 Influences lunaires. Marées. Troubles océaniques.
0190 Influences planétaires.
0200 Météores. Étoiles filantes.
0210 Magnétisme terrestre.
0220 Électricité et courants telluriques.
0230 Pression barométrique.
0240 Vent.
0250 Température. Évaporation.
0260 Condensations : humidité, pluie, rosée, etc.

MÉTHODES (THÉORIE, OBSERVATION, CALCUL, PUBLICATION DES RÉSULTATS, ETC.).

0300 Généralités.
0310 Instructions pour les observateurs.
0320 Méthodes de mesure, d'estimation, etc. *Voir* aussi 1530.
0330 Applications de l'étude théorique et pratique des ondes, de l'élasticité, etc.
0340 Mouvements provoqués artificiellement : applications des résultats fournis par leur étude.
0350 Utilisation des observations; cartes. Méthodes de calcul. Analyse harmonique.
0360 Lecture des sismogrammes, etc.; modes de reproduction, de publication.

OBSERVATOIRES ET INSTRUMENTS.

Observatoires.

0400 Généralités.
0410 Emplacements à choisir. Construction. Organisation. Distribution actuelle ou à adopter.

Instruments.

0500 Généralités.
0510 Instruments anciens.
0520 Procédés d'enregistrement (optique, mécanique, électrique, etc.), de mise en marche, de changements de vitesse, etc.
0530 Amplification des mouvements dans les appareils sismiques.
0540 Détermination et enregistrement de l'heure.
0550 Procédés d'amortissement.
0560 Installation des appareils.
0570 Appareils à liquide, à niveaux : bain de mercure, vasque sismique, etc.
0580 Appareils à projection, à roulement, à renversement.
0590 Appareils à pendule ordinaire (c'est-à-dire avec masse au-dessous de la suspension).
0600 Appareils à pendule renversé (c'est-à-dire avec masse au-dessus de la suspension).

0610 Appareils à pendule horizontal, à pendule conique.
0620 Appareils à ressort (notamment pour la composante verticale).
0630 Appareils complexes.
0640 Sismoscopes. Tromoscopes ou trémitoscopes.
0650 Sismomètres. Tromomètres.
0660 Sismographes.
0670 Sismométrographes.
0680 Microphones sismiques.
0690 Comparaisons des appareils.
0700 Constantes des appareils; leur calcul, leur détermination.

TACHYSISMES.

0900 Généralités.
0910 Centre, épicentre, isosistes, etc., et leur détermination (profondeur, forme, étendue, etc.).
0920 Statistiques.

Tachy-macrosismes terrestres ou *tremblements de terre proprement dits.*

1000 Généralités.
1010 Statistiques (dans le temps) : listes générales, partielles, régionales, etc. Monographies.
1020 Statistiques (dans l'étendue) ou distribution géographique. Sismicité.
1030 Mouvements : nature, rythme, amplitude, direction, durée, propagation, vitesse, etc., tant à l'intérieur du globe qu'à la surface. Influence de la nature du sol, etc. Causes perturbatrices. Résultats.
1050 Phénomènes précurseurs.
Phénomènes qui accompagnent les tremblements de terre. *Voir* aussi 1040.
1060 Roulements. Détonations. Bruits, etc. *Voir* aussi 1330.
1070 Phénomènes lumineux, calorifiques.
1080 Phénomènes électriques, magnétiques.
1090 Phénomènes atmosphériques.
1100 Action sur les eaux souterraines.
1110 Fréquence et périodicité.
1120 Effets sur l'homme, sur les animaux. Pressentiments. *Voir* aussi 1040.
1130 Effets sur le sol et sur ce qu'il supporte : constructions, etc.; crevasses, déplacements, etc. Éruptions de gaz, de liquides, projections solides (sable, etc.). Evaluation de l'importance des changements en plan et en altitude (nivellements, etc.). Influence de la nature du sol, etc.
Applications, etc. *Voir* aussi 0060.
1150 Causes. Théories. Diverses sortes de tremblements de terre : volcaniques, tectoniques, secondaires (de relais), d'éboulement, etc. Séries de tremblements de terre, etc. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

Tachy-macrosismes marins ou *tremblements de mer.*

1200 Généralités.
1210 Statistiques.
1220 Mouvements : Nature, amplitude, durée, propagation, vitesse, etc. Causes perturbatrices, résultats.
1230 Phénomènes précurseurs.
1240 Phénomènes qui accompagnent les tremblements de mer : bruits, phénomènes lumineux, calorifiques, atmosphériques, etc.
1250 Fréquence et périodicité. Prédiction.
1260 Effets sur l'homme, sur les animaux, sur les eaux et sur ce qu'elles supportent : navires, etc. Bouillonnements, colonnes d'eau, etc.
1270 Causes. Théories. Espèces diverses. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

Tachy-microsismes : tremblements de terre éloignés, pulsations, etc.

1300 Généralités.
1310 Statistiques.
1320 Mouvements : nature, amplitude, durée, propagation, vitesses, etc. ; causes perturbatrices. Résultats.
1330 Bruits. *Voir* aussi 1060.
1340 Pulsations.
1350 Fréquence et périodicité. Prédiction.
1360 Causes (vent, pression, etc.). Théories. Espèces diverses de tachy-microsismes. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

BRADYSISMES.

1400 Généralités.
1410 Relations avec les tachysismes.
1420 Niveau des mers : constance, variabilité, etc.
1430 Méthodes d'observation : alignements, nivellements, photographie, etc.; précision des diverses méthodes, etc. *Voir* aussi 0320, 1520, etc.

Bradysismes séculaires.

1500 Généralités.
1510 Statistique : listes générales, partielles, régionales, etc.; distribution géographique.
1520 Lignes de rivage : avance, recul, déplacements en altitude; méthodes d'observation. *Voir* aussi 1430.
1530 Intérieur des continents : changements horizontaux, verticaux; méthodes d'observation. *Voir* aussi 0320, 1430.

1540 Changements de profondeur des océans.
1550 Causes des bradysismes séculaires. Théories.

Bradysismes périodiques.

1600 Généralités.
1610 Statistiques. Distribution géographique.
1620 Méthodes d'observation. *Voir* aussi 1430, 1520.
1630 Mouvements annuels, saisonniers, mensuels, etc.
1640 Mouvements diurnes, semi-diurnes, etc.
1650 Causes des bradysismes périodiques. Théories.

Outre une classification méthodique, telle que la précédente, la Sismologie a également besoin d'une classification topographique, car, à ce point de vue, ses exigences sont les mêmes que celles de la Géographie et de la Géologie, dont elle se détache. Aussi paraît-il naturel d'adopter également la classification topographique de l'*International Catalogue* et de la combiner avec la classification méthodique précédente. Nous rappellerons seulement que, dans cette classification topographique, la surface entière du globe est partagée en onze grandes divisions, distinguées par les lettres *d*, *e*, ..., *n*, *o* [1]; ces grandes divisions sont partagées chacune en subdivisions désignées par deux ou trois lettres dont la première est toujours celle de la grande division qui la renferme [2].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une mission du commandant Chaves en Afrique.* Note de S. A. S. le Prince **Albert Ier de Monaco.**

Sa Majesté le Roi de Portugal résolut à la fin de l'année 1905 de patronner une mission confiée au commandant Chaves pour se rendre en Afrique dans la province de Moçambique, et y étudier les conditions d'organisation d'un service météorologique analogue à celui des Açores, établi en 1901 par le Gouvernement Portugais, d'accord avec mon désir.

J'ai alors confié au commandant Chaves quelques études magnétiques

---

(1) Les lettres *a*, *b*, *c* sont consacrées ainsi aux données d'ensemble :

a, données d'ensemble relatives au globe terrestre.
b, données d'ensemble relatives aux continents.
c, données d'ensemble relatives aux océans.

Puis viennent :

d, Europe, avec la mer Méditerranée et ses îles.
e, Asie et Archipel Malais, Célèbes et Timor inclus.
Etc.

(2) Ainsi *df* désigne la France et la Corse; — *dg* désigne la Péninsule Ibérique, avec les Pyrénées et les Baléares ; — etc.

dans le sud et dans l'est Africains, spécialement sur les points où des observations semblables avaient déjà été faites par d'autres physiciens, le commandant Chaves devant employer pour ce travail les instruments magnétiques que je lui avais temporairement laissés. J'ai pris à ma charge les dépenses de voyage en dehors de la province de Moçambique.

Du 20 au 25 juin on a essayé à Capetown la comparaison préliminaire des instruments magnétiques du commandant Chaves avec ceux du professeur J.-C. Beattie qui, depuis quelques années, étudie avec le plus grand dévouement la distribution des éléments magnétiques dans les colonies anglaises du sud de la Rhodésie jusqu'à la colonie du Cap, son collaborateur étant, pour quelques régions, le professeur J.-F. Morrison.

En raison des puissants courants électriques produits à Capetown par les tramways on a trouvé qu'une comparaison des instruments magnétiques des deux physiciens anglais avec ceux du commandant Chaves était impossible. Pour cette raison il a été nécessaire de s'éloigner de Capetown après avoir choisi comme station de comparaison un point du voisinage de Matjesfontein, 200 milles au nord-est de Capetown et à 1000^{m} d'altitude, donc en plein Karru, dans une région aride et en général libre des pluies, qui alors étaient fréquentes aux régions inférieures situées près de la côte.

Ces observations terminées, le vœu exprimé par la conférence météorologique d'Innsbruck d'une comparaison des instruments magnétiques en usage sur divers points du globe, se trouvait donc partiellement réalisé pour des instruments employés dans des régions très éloignées de l'Europe.

Les trois observateurs s'entendirent sur la nécessité de construire une petite maison pour de futures comparaisons magnétiques à Matjesfontein et une autre à proximité de Lourenço-Marques, puis encore sur celle d'établir des signaux de repère en des points distants, mais visibles de ces maisons.

Le commandant Chaves est ensuite arrivé à Lourenço-Marques, où, grâce au concours éclairé de la Commission des travaux du port de Lourenço-Marques, il a eu toutes les facilités pour choisir l'emplacement de la station des comparaisons magnétiques, emplacement qui, probablement, sera aussi celui du futur observatoire de la province de Moçambique. Cette station, après une étude magnétique de la région, a été choisie à proximité de la gare de Boane sur le chemin de fer en construction du Swaziland, à 39^{km} de Lourenço-Marques.

Enfin, le commandant Chaves a fait des observations magnétiques sur plusieurs points de Inhambane et de Quelimane, spécialement pour connaître la valeur de la déclinaison, très différente de celle indiquée par les cartes marines donnant l'entrée de ces deux ports.

En ce qui concerne les points déjà étudiés par d'autres physiciens, le commandant Chaves a fait des observations à Lourenço-Marques, Moçambique et Daressalam dans les stations occupées en 1898 et 1899 par le lieutenant de la marine autrichienne S.-B. Czerchow, et à Daressalam aussi par les professeurs H. Manrer et C. Uhlig; à Pessene Movene et Beira par le professeur J.-C. Beattie.

Rentrant en Europe par Naples, le commandant Chaves n'a pas pu faire la comparaison de ses instruments avec ceux d'un observatoire magnétique italien, parce que les deux observatoires de ce pays, ceux de Naples et de Rome, ne fonctionnent plus par suite de la présence de tramways électriques dans ces deux villes. Il est donc venu comparer ses instruments en France, à l'observatoire magnétique du Val-Joyeux.

J'avais indiqué aussi au commandant Chaves l'utilité de faire des récoltes de plankton dans l'Atlantique lors de son voyage de Lisbonne au Cap de Bonne-Espérance.

Elles ont été obtenues sur 15 points différents avec un filet Richard et, toutes les fois que cela a été possible, à 6^h30^m du matin et à 5^h30^m du soir, le filet restant immergé pendant une demi-heure.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance et l'équilibre élastique des tubes frettés.* Note de M. A. Jacob. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Sebert, Léauté, Vieille.)

Lamé a énoncé les conditions d'équilibre des cylindres élastiques de révolution et le général Virgile a utilisé ces résultats pour établir la théorie du frettage encore en usage actuellement.

Dans ces Mémoires, la limite de résistance élastique est établie en partant de la considération des tensions.

On estime actuellement d'une façon à peu près générale que c'est en partant des allongements que cette limite doit être évaluée.

Nous avons donc été conduit à reprendre la question de l'équilibre des tubes élastiques et les calculs du frettage, en prenant comme base la limitation des allongements.

Les résultats diffèrent sensiblement de ceux obtenus par l'autre méthode. D'une façon générale, on est conduit à des épaisseurs plus fortes.

Le nouveau procédé a l'avantage de permettre l'introduction facile des efforts de tension parallèles aux génératrices, mais surtout, se prête d'une façon naturelle à la théorie et au calcul des serrages.

Une proposition relative à la différence des allongements à l'état de tir et de repos permet de simplifier considérablement les calculs.

Cependant, lorsque le nombre des enveloppes dépasse huit à dix, les calculs sont encore très longs.

On sait que, pour une épaisseur déterminée de frettage, la résistance élastique est d'autant plus forte que le nombre n des rangs de frettes est plus considérable. Cette résistance est donc une fonction de n qui croît avec n et converge rapidement vers une limite déterminée pour n infini, limite qui dépend du mode de serrage.

Dans un exemple cité au cours du Mémoire, alors que la limite est de 47^{kg}, la résistance est déjà de 40^{kg} pour $n = 2$ et de 44^{kg} pour $n = 4$.

D'où cette première conclusion que, si l'on utilise le même métal, on gagnera peu en prenant plus de 4 ou 5 enveloppes et que les avantages que l'on peut réaliser par l'emploi d'enveloppes minces proviennent surtout d'une amélioration possible de la limite élastique des fils employés.

Pour les fils d'acier à canon, la valeur de cette limite est susceptible d'atteindre deux ou trois fois celle des frettes ordinaires.

La seconde conclusion est que l'on peut, s'il y a un grand nombre de frettes, passer à la limite en supposant le frettage composé de fils infiniment fins, c'est-à-dire étudier la solution asymptotique.

Dans un pareil système, la pression déterminée par le mode d'enroulement ou serrage devient une fonction du rayon de la couche ; il en est de même des autres éléments, allongements, tensions.

En partant des équations qui donnent les allongements dans le joint de deux frettes consécutives supposées d'égale épaisseur et en faisant tendre cette épaisseur vers zéro, on arrive à une équation différentielle linéaire du second ordre qui lie la pression au serrage.

Cette équation jouit de cette propriété importante qu'elle est satisfaite, non seulement pendant les divers états du système supposé construit, mais aussi pendant la construction.

Cette propriété permet de déterminer la pression en fonction de la tension de pose.

On peut aussi trouver la pression dans le cas où l'on se propose de construire le frettage de façon qu'il donne le maximum de résistance sous le moindre poids. Ce résultat est obtenu en faisant en sorte que, quand le maximum de pression s'exerce, toutes les couches du frettage soient à leur limite d'allongement élastique. On déduit de là la tension de pose à employer. Ces tensions décroissent lentement au fur et à mesure de la pose du fil.

En résumé, nous avons résolu le problème suivant :

Déterminer les conditions d'équilibre et la résistance d'un tube élastique sur

lequel on enroule un fil également élastique, le brin ayant au moment de l'enroulement une tension variable suivant une loi donnée.

Des exemples montrent comment la méthode peut être appliquée.

Actuellement, tout au moins en France, on constitue le frettage de telle sorte qu'à l'état de repos, la limite élastique du tube à la compression ne soit pas dépassée. Les idées qui ont cours actuellement relativement aux variations de cette limite dans les métaux déformés permettent de penser que cette règle est trop absolue.

Mais il n'existe pas de méthode de calcul pouvant alors donner une idée de la résistance des enveloppes.

C'est une question que nous nous proposons d'aborder dans un autre travail.

CORRESPONDANCE.

M. **Jean Charcot**, en rappelant que l'Académie a bien voulu, en 1903, patronner l'Expédition antarctique française qu'il a organisée, lui demande d'accorder son approbation à une nouvelle Expédition antarctique et de choisir parmi ses Membres des savants qui auront à élaborer et à discuter le programme des recherches scientifiques qu'il désire entreprendre.

(Renvoi, pour l'étude de cette proposition, à une Commission composée de MM. Bouquet de la Grye, Mascart, Perrier.)

M. **Robert-G. Aitken** adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le sénateur américain **Charles-N. Prouty**, à l'occasion du second centenaire de la naissance de Franklin, envoie à l'Académie une adresse et différents objets parmi lesquels un portrait représentant Franklin dans sa jeunesse.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule I (*Mammifères*) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

2° Six fascicules de l'Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique relativement à l'*Expédition antarctique française* (1903-1905) commandée par le Dr JEAN CHARCOT. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE. — M. **MILAN ŠTEFÁNIK** adresse de Tachkent une dépêche relative à l'état de l'atmosphère pendant l'éclipse du 14 janvier :

Ciel couvert, nuages....

M. **JANSSEN** annonce qu'il a reçu également une dépêche confirmant que l'éclipse n'a pu être observée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions par des suites trigonométriques limitées.* Note de M. **MAURICE FRÉCHET**, présentée par M. Émile Picard.

En suivant une méthode analogue à celle qu'a donnée Tchebicheff pour la détermination des polynomes d'approximation [1], on obtient les résultats suivants :

Appelons *somme trigonométrique d'ordre n* une fonction de la forme

$$A_0 + A_1 \cos x + B_1 \sin x + \ldots + A_n \cos nx + B_n \sin nx,$$

où les A et les B sont des constantes quelconques.

1° *Étant donnée une fonction $f(x)$ continue et de période 2π, il existe pour chaque valeur de n une somme trigonométrique d'ordre n : $T_n(x)$ qui approche plus de $f(x)$ que* toute autre *somme trigonométrique d'ordre n* : $\Sigma_n(x)$. Autrement dit, le maximum de $|f(x) - T_n(x)|$ est inférieur (et non pas égal) à celui de $|f(x) - \Sigma_n(x)|$.

2° Pour une valeur fixe de n, on fait ainsi correspondre à toute fonction $f(x)$ continue et de période 2π une somme $T_n(x)$ bien déterminée. *La correspondance ainsi définie est continue.* C'est-à-dire que si, à la fonction $g(x)$, correspond la somme $R_n(x)$, les coefficients de $R_n(x)$ tendent respectivement vers ceux de $T_n(x)$ lorsque $g(x)$ converge uniformément vers $f(x)$.

---

[1] E. BOREL, *Leçons sur les fonctions de variables réelles.* Paris, 1905, p. 82-93.

3° *La suite des sommes trigonométriques d'ordres croissants* $T_0(x)$, $T_1(x)$, ..., $T_n(x)$, ..., *qui correspondent ainsi à une même fonction* $f(x)$, *converge uniformément vers* $f(x)$. Et elle converge plus rapidement que toute autre suite de sommes trigonométriques d'ordres croissants, plus vite en particulier que la somme $\sigma_n(x)$ de Fejer :

$$\frac{\left\{\begin{array}{l} n a_0 + (n-1)(a_1 \cos x + b_1 \sin x) + \ldots \\ \quad + (n-p)(a_p \cos px + b_p \sin px) + \ldots [a_{n-1} \cos(n-1)x + b_{n-1} \sin(n-1)x] \end{array}\right\}}{n}$$

où a_0, a_1, ..., b_n désignent les coefficients de Fourier de $f(x)$.

4° *Lorsque n croît indéfiniment, les coefficients de* $T_n(x)$ *tendent respectivement et uniformément vers les coefficients de Fourier de* $f(x)$, sans leur être égaux en général.

5° On peut utiliser ce qui précède pour l'approximation des fonctions harmoniques.

MÉCANIQUE. — *Sur les hélices de propulsion.* Note (¹) de MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas**, présentée par M. Maurice Levy. (Extrait.)

I. *Résistance de l'air.* — 1. Le travail T dépensé dans le mouvement dans l'air d'une surface plane ε suivant une direction qui fait un angle φ avec ce plan, avec une vitesse v, est $f\varepsilon \sin\varphi v^3$, et par conséquent la résistance à vaincre R est $R = f\varepsilon \sin\varphi v^2$.

2. En considérant le plan en mouvement mince et poli, la résistance normale au plan K est la même que si le plan avait un mouvement normal avec une vitesse $v \sin\varphi$ (mouvement relatif). D'après le résultat déjà trouvé, cette résistance normale est $K = f\varepsilon \sin^2\varphi v^2$, c'est-à-dire égale à la composante de la résistance totale, suivant la normale au plan, ce que nous devions attendre d'ailleurs.

Nos expériences nous ont permis de mesurer la valeur du coefficient f. Nous avons trouvé qu'il est : 0,16 pour une incidence normale; 0,11 pour une incidence de 45; 0,07 pour une incidence de 30.

II. *Hélices.* — 3. En considérant un élément de surface $d^2\varepsilon$ en mouve-

(¹) Présentée dans la séance du 7 janvier 1907.

ment pendant le temps dt, nous trouvons, après ce que nous avons dit,

$$d^3T = fv^3 \cos\psi \, d^2\varepsilon \, dt, \tag{1}$$

$$d^3K = fv^2 \cos^2\psi \, d^2\varepsilon \, dt. \tag{2}$$

Quand cet élément $d^2\varepsilon$ appartient à un hélicoïde gauche qui tourne autour de son axe avec une vitesse ω pendant que cet axe a un mouvement suivant sa propre direction $ka\omega$, comme l'équation de la surface est, dans le système des coordonnées (z, ρ, θ),

$$z = ka\omega t + a\zeta(\theta - \omega t), \tag{3}$$

le mouvement résultant se fait suivant la direction qui fait avec la normale à la surface un angle ψ dont le cosinus est

$$\cos\psi = \frac{a(\zeta - k)\rho}{\sqrt{k^2a^2 + \rho^2}\sqrt{\zeta^2a^2 + \rho^2}}. \tag{4}$$

En appelant d^3Z la composante de d^3K suivant l'axe des z nous trouvons

$$d^3T = f\omega^3 a(\zeta - k)(k^2a^2 + \rho^2)\rho \, d\rho \, d\theta \, dt, \tag{5}$$

$$d^3Z = f\omega^2 a^2(\zeta - k)^2 \frac{\rho^3}{a^2\zeta^2 + \rho^2} d\rho \, d\theta \, dt. \tag{6}$$

Après les intégrations, nous trouvons les valeurs du travail dépensé par unité de temps et de la force de propulsion :

$$T = \frac{1}{4} f\omega^3\theta_0(\zeta - k)(1 + 2k^2)a^5, \tag{7}$$

$$Z = \frac{1}{2} f\omega^2\theta_0(\zeta - k)^2\left(1 - \zeta^2 l \frac{1 + \zeta^2}{\zeta^2}\right)a^4, \tag{8}$$

θ_0 étant l'amplitude totale des ailes de l'hélice, a leur longueur, k le rapport des vitesses du bout des ailes et de l'axe de l'hélice, et enfin $2\pi a\zeta$, le pas de la surface hélicoïdale.

4. Puisque la surface alaire est $s = \frac{1}{2}\theta_0 a^2\left(\sqrt{1 + \zeta^2} + \zeta^2 l \frac{1 + \sqrt{1 + \zeta^2}}{\zeta}\right)$, appelons ms la surface résistante au mouvement de translation. La résistance à vaincre est $fmsk^2a^2\omega^2$ et le travail utile $fmsk^3a^3\omega^3$. Par consé-

quent, le rendement de l'hélice est

$$(9)\qquad \tau = \frac{2mk^3\left(\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}\right)}{(\zeta-k)(1+2k^2)},$$

où, en même temps, il faut avoir la relation entre m, k et ζ,

$$(10)\qquad mk^2 = \frac{(\zeta-k)^2\left(1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2}\right)}{\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}},$$

à cause de l'égalité de la force de propulsion et de la résistance au mouvement de translation. Les formules (9) et (10) donnent, après élimination de m,

$$(11)\qquad \tau = 2k\frac{\zeta-k}{1+2k}\left(1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2}\right).$$

En égalant à zéro $\frac{\partial\tau}{\partial k}$ et $\frac{\partial\tau}{\partial\zeta}$, nous tirons de ces deux nouvelles équations $k=0,425\ldots$ et $\zeta=1,321\ldots$. Ensuite, la formule (10) nous donne $m=0,327$ et la formule (11) le maximum absolu de $\tau=0,117$. Mais la valeur de m est donnée, en général, par d'autres considérations. La valeur du rendement devient, après élimination de k entre (9) et (10),

$$(12)\qquad \tau = \frac{2\zeta^2 x^2\sqrt{mxy}}{2\zeta^2x^2+(x+\sqrt{mxy})^2},$$

où, pour abréger,

$$(13)\qquad x = 1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2} \qquad \text{et} \qquad y=\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}.$$

Ainsi τ est seulement fonction de ζ et la valeur de ζ, qui rend τ maximum relatif à la valeur donnée à m, est donnée par l'équation

$$(14)\qquad \left\{\begin{aligned}&\left(4xy+x\sqrt{1+\zeta^2}-\frac{y}{1+\zeta^2}\right)m+2\sqrt{m}\left(2x-\frac{1}{1+\zeta^2}\right)\sqrt{4xy}\\ &\qquad +4(1+\zeta^2)x^2-\frac{1+2\zeta^2}{1+\zeta^2}x-\frac{x^2}{y}(1+2\zeta^2)\sqrt{1+\zeta^2}=0.\end{aligned}\right.$$

A l'aide de (14) nous avons construit un Tableau qui donne, pour une série de valeurs de ζ, les valeurs correspondantes des m, k et τ.

La formule (14) donne pour $m=\infty$, $k=0$, $\tau=0,832$, arc tang $\zeta=39°46'$

trouvé par l'équation

$$(15) \qquad 4xy + x\sqrt{1+\zeta^2} - \frac{y}{1+\zeta^2} = 0.$$

Pour cette raison, le Tableau est construit pour les valeurs de

$$\operatorname{arc\,tang}\zeta = 39^\circ 46', \ 40^\circ, \ 41^\circ, \ 42^\circ, \ \ldots, \ 51^\circ, \ 52^\circ, \ 52^\circ 26'.$$

On a aussi

$$(16) \qquad Z = 0{,}131 f\omega^2 sa^2,$$
$$(17) \qquad T = 0{,}374 f\omega^3 sa^3,$$

dans le cas d'une hélice à axe fixe. Enfin, en éliminant ω',

$$Z = 0{,}374\ldots\sqrt[3]{fs T^2},$$

qui représente la pression *maximum absolu* développée suivant l'axe de rotation, pour un travail T, d'une hélice fixe de surface alaire s. En considérant l'axe de rotation vertical, cette pression Z représente la force ascensionnelle *maximum absolu*. De ce qui précède est tiré le Tableau ci-après :

Arc tang ζ.	ζ.	m.	k.	τ.	$\frac{z}{\sqrt[3]{fs T^2}}$.	$a\sqrt{\frac{\theta_0}{s}}$.	$s\frac{1}{\theta_0 a^2}$.
39°46'	0,832	∞	0	0	0,374	0,998	1,003
40	0,839	5,585	0,005	0,003	0,371	0,995	1,008
45	1,000	6,997	0,121	0,063	0,303	0,933	1,147
50	1,192	1,032	0,274	0,106	0,226	0,870	1,319
52,52	1,321	0,327	0,423	0,117	0,164	0,833	1,436

AÉRONAUTIQUE. — *Sur les hélices propulsives*. Note de M. F. **Ferber**, présentée par M. Maurice Levy.

Tout au début de leurs projets les inventeurs de machines volantes se heurtent au problème suivant :

Quelle est l'hélice nécessaire pour faire avancer avec une vitesse V *un système qui demande pour se sustenter une poussée* F *et quelle puissance cette hélice absorbera-t-elle ?*

Ils ne trouvent de solution nulle part, même dans les travaux des architectes navals devant lesquels le problème s'est posé d'une façon moins

impérative car, leurs créations flottant toujours, ils pouvaient arriver à la meilleure hélice par des corrections successives.

La présente Note a pour but de combler cette lacune :

Le colonel Renard, dans sa Note à l'Académie du 23 novembre 1903, avait donné cette formule de l'hélice :

$$F = \alpha n^2 d^4,$$
$$T = \beta n^3 d^5,$$

F étant la poussée en kilogrammes, T le travail en kilogrammètres, d le diamètre en mètres, n le nombre de tours par seconde.

Ces formules ne concernent que les hélices au point fixe et de plus les autres variables, savoir : le pas, la fraction de pas, le coefficient de la résistance de l'air, le coefficient de frottement, sont laissées dans le vague des coefficients α, β.

Nous sommes parvenus à les expliciter en nous appuyant sur la considération de l'angle d'attaque mis en évidence par la construction due à M. Drzewiecki.

Cela permet de poser l'expression des forces qui s'exercent dans une section cylindrique en tenant compte de la vitesse du système. L'intégration étendue à la palette entière donne la formule complète.

Les intégrales étant écrites, il faut se garder de les effectuer, mais les réduire à des coefficients que l'expérience devra déterminer ; ainsi pourra-t-on serrer au plus près à la fois la théorie et la pratique.

On arrive ainsi aux formules plus générales suivantes :

$$F = (\alpha hr - \alpha')n^2 d^4,$$
$$T = (\beta h^2 r + \beta')n^3 d^5,$$

dans lesquelles, outre les quantités déjà mentionnées, h est le rapport du pas au diamètre, et r le recul relatif qui est lié à la vitesse V (mètres, seconde) du système par sa définition :

$$r = \frac{\text{vitesse de la vis dans l'écrou solide — vitesse du système}}{\text{vitesse de la vis dans l'écrou}}$$

ou

$$V = n'hd(1 - r).$$

Les coefficients α, α', β, β' :

1° Sont proportionnels au coefficient de la résistance de l'air ;

2° Ils s'annulent avec la fraction de pas (on peut les considérer comme proportionnels à la puissance des $\frac{2}{3}$ de la fraction de pas);

3° α, β sont des fonctions du pas relatif;

4° α', β' sont des constantes pour une hélice donnée qui sont proportionnelles au coefficient de frottement.

Pour vérifier ces formules, nous avons fait faire un châssis muni de quatre roues et nous y avons suspendu un moteur faisant tourner deux hélices : le moteur est étudié préalablement, on mesure la poussée par un peson, le nombre de tours par un compteur, la vitesse par des chronométreurs et l'on a ainsi tout ce qu'il faut pour vérifier les formules : l'accord a été trouvé très satisfaisant.

Ce qu'il y a de très remarquable dans ces formules, c'est que, le recul, et par conséquent la vitesse qui en dépend, ne figurant pas dans les coefficients α, α', β, β', on peut les déterminer par de simples mesures au point fixe après avoir fait $r = l$ dans les formules; on se débarrasse ainsi de toute la difficulté des mesures prises en marche.

Grâce à ces formules, on peut résoudre le problème posé plus haut et, par conséquent, établir dorénavant un projet de machine aérostatique avec quelque précision.

PHYSIQUE. — *Mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc.* Note de MM. **P. Weiss** et **A. Cotton**, présentée par M. J. Violle.

Dans leurs beaux travaux sur les relations de l'effet Zeeman avec les séries, Runge et Paschen n'ont pas fait eux-mêmes de mesures en valeur absolue des champs magnétiques employés. Ils ont utilisé d'abord, pour les évaluer, les résultats peu concordants donnés par différents physiciens. Ultérieurement, ils ont adopté, comme étant le plus probable, un résultat trouvé depuis par Färber.

Nous avons étudié à ce point de vue les trois raies bleues du zinc (4810,71; 4722,26; 4680,33) et, avec une attention toute particulière, la première de ces raies, pour laquelle Reese et ensuite Kent avaient trouvé que l'effet Zeeman ne variait pas proportionnellement au champ.

Nous avons utilisé un gros électro-aimant, qui sera décrit ailleurs par l'un de nous, et nous avons déterminé avec grand soin la valeur absolue des champs employés, compris entre 25500 gauss et 36000 gauss. L'étincelle jaillissait parallèlement aux lignes de force, entre deux fils de zinc placés dans un entrefer de $4^{mm},5$. Le cir-

cuit de décharge d'un condensateur de 0,08 microfarad, relié à la bobine, comprenait une self-induction de 0,0144 henry. L'image de l'étincelle était projetée, à travers un analyseur laissant passer les vibrations (de Fresnel) normales aux lignes de force, sur une fente soignée dont la largeur était $0^{mm},03$. Le réseau de Rowland employé, de $3^{m},14$ de rayon, avait environ 50000 traits; il rachète ces dimensions relativement restreintes par un grand éclat des spectres du 3e et du 4e ordre d'un côté. Ce sont ces spectres que nous avons photographiés. On obtient ainsi pour la raie 4680 les deux composantes extérieures du triplet pur, pour la raie 4722 quatre composantes, et six pour la raie 4810.

Ensuite nous avons, l'un et l'autre, mesuré les clichés d'une façon tout à fait indépendante. Ces mesures très concordantes nous permettent d'énoncer les résultats suivants :

1° L'écart entre deux composantes magnétiques varie proportionnellement à l'intensité du champ. Les écarts marqués que Reese et Kent avaient trouvés tous deux s'expliquent en tenant compte des intensités relatives des composantes que ces physiciens n'avaient pas complètement séparées.

2° Nos résultats sont en parfait accord avec les relations simples que Runge et Paschen ont découvertes entre les écarts des diverses composantes.

3° Appelons $\delta\lambda$ l'écart entre les deux composantes latérales du triplet; on a, en utilisant les relations de Runge et Paschen, autant de déterminations de la quantité $\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H}$ qu'on a mesuré de couples de composantes. Nous trouvons pour cette constante (λ étant évalué en centimètres) la valeur $1,88 \times 10^{-5}$ avec une erreur relative certainement inférieure à $\frac{1}{100}$. Cette constante unique caractérise les trois séries secondaires dont les raies forment des triplets naturels.

La valeur obtenue est supérieure de 3,5 pour 100 à celle (1,81) de la Thèse de Färber (Tübingen, 1902). Celui-ci repérait ses champs (qui d'ailleurs n'ont guère dépassé 20000 gauss) en se servant d'une spirale de bismuth. D'après les nombres qu'il donne lui-même, une incertitude de moins de 2° sur la température de la spirale suffirait pour expliquer le désaccord.

En adoptant la théorie par laquelle Lorentz explique le triplet pur, qui donne $\frac{e}{m} = \frac{2\pi v \delta\lambda}{\lambda^2}$ où $v = 3 \times 10^{10}$, on trouve

$$\frac{e}{m} = 3,54 \times 10^7.$$

PHYSIQUE. — *Sur les modifications subies dans un champ magnétique par les bandes d'absorption des cristaux de tysonite.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

On sait que les bandes d'absorption du xénotime sont modifiées dans un champ magnétique intense ([1]). Le xénotime n'est pas le seul cristal jouissant de cette propriété : la tysonite possède également des bandes d'absorption sensibles à l'action d'un champ magnétique.

La tysonite, fluorure de cérium, lanthane, didyme provenant de Pike's Peak (Colorado) est un cristal uniaxe ayant par conséquent deux spectres principaux d'absorption, un spectre *ordinaire* et un spectre *extraordinaire*. Ces spectres présentent les principaux groupes de bandes du didyme; les bandes sont pour la plupart beaucoup plus larges et plus floues que celles du xénotime.

I. Supposons, en premier lieu, le faisceau lumineux dirigé parallèlement au champ magnétique, et orientons l'axe optique dans la même direction. Examinons le spectre ordinaire, seul visible, en analysant la lumière au moyen d'une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath donnant sur la fente du spectroscope deux images contiguës et permettant d'observer simultanément les spectres qui correspondent à deux vibrations circulaires inverses. En excitant le champ magnétique, on voit quelques-unes des bandes se déplacer dans des sens opposés dans les deux plages en conservant la même largeur et la même intensité.

Malgré la largeur des bandes, et bien que les déplacements soient beaucoup plus petits que dans le spectre du xénotime, le phénomène est très nettement visible avec un réseau de Rowland (568 traits au millimètre) et un objectif de $1^{m},30$ de distance focale, en observant le premier ou le deuxième spectre. En effet, en inversant rapidement plusieurs fois de suite le champ magnétique, on voit les bandes se balancer autour de leur position primitive, en se mouvant dans des sens contraires dans les deux plages. Même si le déplacement est faible, ce balancement est facile à observer.

Le sens des déplacements correspond pour certaines bandes à des électrons négatifs, *pour d'autres bandes à des électrons positifs;* nous sommes

---

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 26 mars et 9 avril 1906.

conduits à la même conclusion que dans les expériences réalisées avec le xénotime.

Le Tableau suivant donne dans un champ évalué à 16500 unités la valeur approchée des décalages obtenus entre les deux bandes correspondant à des vibrations circulaires inverses; les mesures ne peuvent être précises à cause de la largeur des bandes. L'effet est du même ordre de grandeur que le phénomène de Zeeman.

λ...............	$399^{\mu\mu},5$ (Observée sur des clichés).	$507^{\mu\mu},5$	$510^{\mu\mu},9$	$517^{\mu\mu},6$	$523^{\mu\mu},4$	$674^{\mu\mu},2$
		(Observées avec un oculaire à micromètre.)				
Décalage........	0,1 à 0,2	0,1	0,1	0,06	0,06	0,1
Signe de la charge des électrons...	+	+	—	+	—	—

II. Supposons le faisceau orienté normalement au champ.

La théorie développée dans de précédentes Notes (¹) permet de prévoir la manière dont ces bandes doivent se comporter pour la vibration *normale au champ*. Tandis que, dans le cas précédent, les décalages observés entre les deux composantes des vibrations circulaires sont *indépendants de la largeur des bandes,* il n'en est plus de même des changements obtenus lorsque le faisceau est normal au champ.

La formule précédemment donnée pour le coefficient d'absorption de la vibration normale au champ, et les courbes construites d'après cette formule théorique montrent que, pour un même champ magnétique et les mêmes électrons, les bandes sont d'autant moins modifiées par le champ magnétique que les coefficients d'amortissement des mouvements vibratoires des électrons sont plus grands, c'est-à-dire que la largeur des bandes est plus considérable *non seulement dans le spectre que l'on observe, mais aussi dans le spectre longitudinal* (correspondant à la vibration parallèle au faisceau); d'autre part, les déplacements des maxima des bandes sont d'autant plus petits que les longueurs d'onde des bandes correspondant aux mêmes électrons dans ces deux spectres sont plus différentes.

1° Dans ces conditions, orientons l'axe de la tysonite parallèlement au faisceau, de manière à observer le spectre de la vibration ordinaire normale au champ, le spectre longitudinal étant alors le spectre extraordinaire.

Parmi les bandes sensibles au champ et situées dans la région visible avec l'oculaire, les bandes $507^{\mu\mu},5$ et $510^{\mu\mu},9$ sont extrêmement larges et floues dans chacun des deux

---

(¹) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 19 novembre, 3 et 10 décembre 1906.

spectres; les bandes $517^{\mu\mu},6$ et $523^{\mu\mu},4$ du spectre ordinaire ne se retrouvent pas à la même place dans le spectre extraordinaire; seule la bande $674^{\mu\mu},2$ est dans des conditions assez favorables pour présenter une modification visible, car elle occupe presque exactement la même position dans les deux spectres, sans que sa largeur soit bien considérable dans chacun d'eux : on doit donc s'attendre à la trouver plus sensible que les autres. Effectivement, cette bande $674^{\mu\mu},2$ est la seule pour laquelle le changement est visible; elle donne un élargissement dissymétrique, le maximum se déplaçant vers le rouge : ce sens était prévu par la théorie, la bande correspondante du spectre extraordinaire étant du côté du violet.

2° L'axe étant orienté normalement au champ et au faisceau, la bande extraordinaire $674^{\mu\mu}$ est également modifiée : elle s'affaiblit et s'étale légèrement. On trouve encore dans ce cas deux autres bandes extraordinaires, à peine perceptibles dans le spectre ordinaire, $676^{\mu\mu},0$ et $625^{\mu\mu},0$, qui s'élargissent en diminuant d'intensité : la bande $676^{\mu\mu},0$ s'étale vers le violet, ce qui est encore le sens conforme à la théorie, car la bande correspondante du spectre ordinaire est du côté opposé.

3° Pour la vibration ordinaire ou extraordinaire parallèle au champ, on ne peut donner aucune prévision théorique. La bande $674^{\mu\mu},2$ du spectre ordinaire s'élargit et la bande extraordinaire $625^{\mu\mu},0$ donne un doublet très écarté, *de* $0^{\mu\mu},5$ *dans un champ de* 28000, la composante la plus forte étant vers le rouge.

Il est important de constater que le second cristal dans lequel il a été possible d'obtenir un déplacement des bandes présente comme le premier une exception à la loi générale observée dans les gaz et les vapeurs, où les raies correspondent toutes à des électrons négatifs. Il ne faudrait cependant pas se hâter de conclure que l'on se trouve certainement en présence d'électrons positifs. Il se pourrait en effet, en particulier dans ces cristaux contenant des corps magnétiques, que le champ change de sens à l'intérieur de certaines régions. Cette hypothèse a déjà été émise au début de ces recherches; mais, comme il paraît plus vraisemblable, surtout à cause de certains phénomènes présentés par le xénotime [1], d'expliquer par des mouvements de charges de signes contraires la variabilité du sens dans lequel sont déplacées des vibrations circulaires de même sens, il me semble que l'on peut admettre, jusqu'à preuve du contraire, l'existence des électrons positifs.

La tysonite présente des phénomènes de polarisation rotatoire magnétique dont j'ai entrepris l'étude.

---

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 24 décembre 1906.

PHYSIQUE. — *Sur la préparation de l'hélium pur par filtration des gaz de la clévéite à travers une paroi de silice.* Note de MM. **Adrien Jaquerod** et **F.-Louis Perrot**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 789) nous avons attiré l'attention sur la facilité avec laquelle l'hélium diffuse à travers une ampoule de silice portée à haute température. Nos recherches sur la dilatation des gaz (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1032) nous ont montré en revanche que la silice est parfaitement imperméable aux autres gaz, à l'exception de l'hydrogène et, peut-être, de l'oxyde de carbone, jusqu'à la température de 1067°. Ces observations nous ont conduits à une méthode de purification de l'hélium qui peut présenter un certain intérêt, étant donnée la difficulté de la méthode chimique ou des autres procédés employés jusqu'ici.

Une ampoule de silice, prolongée par un tube capillaire de même substance, est logée à l'intérieur d'un tube cylindrique en platine, d'un diamètre peu supérieur, obturé par une lame métallique laissant passer le tube capillaire; un joint à la cire à cacheter assure l'étanchéité absolue. Des tubulures appropriées permettent de faire le vide dans l'espace annulaire compris entre le platine et la silice, ainsi que dans l'ampoule, ou d'y introduire un gaz. L'appareil est chauffé vers 1100° dans un four à résistance de platine, à l'exception du joint de cire à cacheter, qui est refroidi par un manchon dans lequel circule l'eau froide. Enfin, l'ampoule de silice peut être mise en communication, au moyen d'un robinet, avec un gazomètre à mercure.

Le vide est fait tout d'abord d'une façon complète dans les deux enveloppes, au moyen de la pompe à mercure; puis, l'hélium brut, provenant de la calcination de la clévéite, est introduit dans le tube de platine à une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique, de façon à hâter la diffusion. En ajoutant à cet hélium impur 5 à 10 pour 100 d'oxygène, on fixe, sous forme de vapeur d'eau ou d'acide carbonique, l'hydrogène et l'oxyde de carbone qui pourraient s'y trouver.

Au bout de quelques minutes un manomètre, relié à l'ampoule de silice, indique que le gaz commence à diffuser. La pression monte d'une façon tout à fait régulière et, au bout de 2 à 3 heures, une portion d'hélium pur peut être introduite dans le gazomètre.

Le débit du gaz, dans les conditions de l'expérience (volume de l'ampoule de silice, 42^{cm^3}) est assez lent; il correspond à environ 1^{cm^3} d'hélium pur à l'heure. En revanche la méthode, une fois l'appareil monté, est d'une conduite très simple, et la purification semble parfaite. En effet, l'examen spectroscopique du gaz n'a laissé observer que les raies caractéristiques de l'hélium, extrêmement brillantes; les bandes de l'azote, pourtant si facilement visibles, étaient complètement absentes. Seule la raie rouge (H) de l'hydrogène se laissait apercevoir, extrêmement faible. Elle provenait

selon toute probabilité de traces d'hydrogène retenues par les électrodes d'aluminium du tube de Plücker; on sait en effet quelle difficulté on éprouve à obtenir la disparition complète du spectre de ce gaz, toujours le dernier présent dans un tube spectroscopique dans lequel on fait le vide.

En résumé, la diffusion de l'hélium à travers la silice à haute température offre un moyen relativement aisé de préparer ce gaz à l'état de pureté. Les expériences précises confirment en outre le fait que la silice est imperméable aux autres gaz jusqu'à la température de 1100°.

CHIMIE. — *Absence de nutrition dans la formation des plantes artificielles de Leduc.* Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Les expériences relatives à la genèse de plantes artificielles, récemment publiées par M. Leduc, ont soulevé des discussions. En dehors du côté historique que nous négligeons, ces discussions ont porté, non sur ces expériences elles-mêmes, faciles à reproduire, mais sur certaines interprétations formulées, ou sur la portée que quelques-uns ont eu tendance à leur attribuer. C'est que, en effet, l'intérêt de ces constatations réside surtout dans la valeur de ces interprétations. Pour juger ces manières de voir, et malgré la facilité des prévisions, des faits nous ont semblé utiles.

A propos de ces productions, on a prononcé le mot de *nutrition*, expression très grosse de conséquences, car la nutrition c'est la vie. A la rigueur, des corps inorganiques, par exemple, des cristaux, sont susceptibles de donner au moins l'illusion du premier et du troisième temps de cette opération physiologique; toutefois, ils ne sauraient réaliser le deuxième. Quand, dans un milieu saturé, prend naissance une masse cristalline, cette formation croissante peut simuler l'apport. De même, sa désagrégation, sa dislocation rappellent le troisième temps, le départ, le rejet, la désassimilation. Mais, de près ou de loin, en apparence ou en réalité, aucune phase ne correspond au deuxième temps, à l'assimilation.

Cette assimilation ne consiste pas, en effet, uniquement à incorporer aux tissus des éléments identiques à ceux qui les constituent; elle a aussi pour fonction, avant de les introduire dans le protoplasma, de transformer en de tels éléments des principes analogues et plus encore, differents. C'est avant tout le pouvoir de faire sa propre substance avec des produits initialement autres que cette substance qui caractérise l'assimilation; l'addi-

tion de matériaux de même nature est susceptible de relever d'un mécanisme purement physique. Remarquons que forcément la quantité du corps métamorphosé et assimilé diminue, et, suivant toutes probabilités, le poids de l'ensemble (graine, plante artificielle, milieu) doit varier. Évidemment, pour nombre de motifs, il était permis de penser qu'on se trouvait en présence de phénomènes physico-chimiques, relevant des pressions osmotiques, de la diffusion, des précipitations, etc. Néanmoins, conformément à la méthode expérimentale, examiner comment se passent les choses nous a paru préférable.

Expérience I. — A l'aide du sulfate de cuivre et du sirop de sucre, on prépare des graines artificielles de Leduc. On les ensemence dans un milieu contenant du chlorure de sodium à 10 pour 1000 mélangé, à parties égales, à une solution de ferrocyanure de potassium à 1 pour 30; l'addition de gélatine est facultative.

On place le tube contenant ces divers produits sur le plateau d'une balance de précision; on met obstacle à l'évaporation et, d'heure en heure, on relève le poids; la pseudo-plante mesure $0^{cm},25$.

A aucun moment, nous n'avons noté une appréciable variation de poids.

Expérience II. — On dose le sucre des graines artificielles, puis, dans les conditions de l'expérience I, mais sans user de la balance, on sème une de ces graines. On obtient une sorte d'arborescence de $0^{cm},75$ de haut.

En raison de quelques difficultés tenant au cuivre et au ferrocyanure de potassium, on pratique un grand nombre de fois, et en ayant recours à plusieurs procédés, le dosage du sucre. Après interversion du saccharose, on utilise, soit le polarimètre, soit la liqueur de Fehling, soit encore la levure de bière. Or, ces divers dosages n'ont pas permis de révéler de variations appréciables.

Il n'y a donc pas eu utilisation du sucre [1]; partant, la nutrition ne s'est pas opérée, la vie ne s'est pas manifestée.

Ces résultats mettent un terme aux interprétations qui, sans base aucune autre que l'apparence, auraient pu donner cours à des notions de haute portée, malheureusement, dans l'espèce, purement imaginaires.

---

(1) La répartition du saccharose en nature se ramène à un mécanisme de diffusion. La dose initiale, si minime, devrait parfois suffire à un grand développement. La gélatine supprimée, où prendre la matière albuminoïde?

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de synthèse des dérivés quinoléiques*. Note de M. **L.-J. Simon**.

Considérons la molécule azotée représentée par le symbole général

$$
\text{(I)}\qquad
\begin{array}{l}
R - CH - NH - R' \\
\quad\;\; | \\
A - CH - CO - B
\end{array}
\qquad \text{ou} \qquad
\begin{array}{l}
R - CH - NH - R' \\
\quad\;\; | \\
A - C = C(OH) - B
\end{array}
$$

dans lequel R représente un radical aromatique, tel que C^6H^5 ou $C^{10}H^7$. L'élimination d'une molécule d'eau entre l'oxhydryle énolique et un atome d'hydrogène du noyau aromatique fournit un dérivé dihydroquinoléique; par déshydrogénation on a finalement le dérivé quinoléique

$$
\begin{array}{c}
B \\ | \\ C \\
C^6H^4 \diagup\!\!\diagdown C - A \\
\quad\;\; | \;\; CH - R' \\
\diagdown\!\!\diagup \\
NH
\end{array}
\qquad\qquad
\begin{array}{c}
B \\ | \\ C \\
C^6H^4 \diagup\!\!\diagdown C - A \\
\quad\;\; \| \;\; C - R' \\
\diagdown\!\!\diagup \\
N
\end{array}
$$

On peut fonder plusieurs modes génétiques de la molécule azotée (I) sur l'extension aux combinaisons non saturées du mécanisme classique de l'aldolisation. Chacun sait que dans ce cas l'oxygène aldéhydique cesse d'échanger deux valences avec le carbone pour n'en plus échanger qu'une seule. Pour satisfaire l'autre il s'empare d'un atome d'hydrogène aux dépens d'une autre molécule carbonée ou azotée et les valences devenues libres sur chaque molécule s'échangent mutuellement,

$$R - CH = O + CH^3 - R' = R - CHOH - CH^2 - R',$$
$$R - CH = O + NH^2 - R' = R - CHOH - NH - R'.$$

On sait que le plus souvent cette aldolisation est suivie du départ d'une molécule d'eau et l'on a finalement

$$R - CH = CH - R',$$
$$R - CH = N - R'.$$

Imaginons qu'à une molécule de ce genre on applique le même mécanisme qu'à l'aldéhyde d'où elle provient : la double liaison se rompt; un atome d'hydrogène provenant d'un autre corps carboné ou azoté se fixe sur un des atomes de carbone de la double liaison et le reste de sa molé-

cule se fixe sur l'autre atome. Cette assimilation des groupes $C = C$ et $C = N$ au groupe $C = O$ n'est pas nouvelle. Elle a été, au moins pour le dernier cas, explicitement énoncée par Miller et Plöchl (1896), à propos de la question qui nous occupe. Dès lors on est conduit, entre autres modes génétiques de la molécule (I), aux deux suivants :

$$R - CH = N - R' + A - CH^2 - CO - B,$$
$$R - CH + NH^2 - R'$$
$$A - \overset{|}{C} - CO - B$$

I. Envisageons le premier mode de synthèse :

1° $R' = C^6H^5$ $R = C^nH^{2n+1}$ $A + CH^2 = C^nH^{2n+1}$ $B = H$

Nous retrouvons là les synthèses de Döbner et Miller par l'action des bases aromatiques sur les aldéhydes en présence des acides chlorhydrique ou sulfurique.

2° $R' = C^6H^5$ ou $C^{10}H^7$ $R = C^nH^{2n+1}$ ou C^6H^5 $A = H$ $B = CO^2H$

Ce sont les synthèses de Döbner, par l'action des amines sur le mélange d'aldéhyde et d'acide pyruvique en solution alcoolique.

3° $R' = C^{10}H^5$ $R = C^6H^5$ $A = CO^2C^2H^5$ $B = CO^2C^2H^5$

C'est la synthèse à partir de l'éther oxalacétique et de la benzylidène-β-naphtylamine (Simon et Mauguin).

II. Envisageons maintenant le second mode de synthèse :

1° $R' = C^6H^5$ $R = H$ $A = H$ $B = H$
$R' = C^6H^5$ $R = CH^3$ $A = H$ $B = H$

Ce sont les synthèses de la quinoléine de Skraup à partir de l'acroléine, de la quinaldine à partir de l'aldéhyde crotonique.

2° $R' = C^6H^5$ $R = CH^3$ $A = H$ $B = C^6H^5$
$R = H$ $A = H$ $B = CH^3$
$R = CH^3$ $A = H$ $B = CH^3$

On retrouve ainsi les synthèses des γ-quinoléines substituées (phénylquinaldine, cincholépidine, diméthylquinoléine) effectuées par C. Beyer en 1886.

3° $R' = C^6H^5$ $R = H$ $A = H$ $B = C^2H^5$
$R = H$ $A = H$ $B = C^3H^7$

Ce sont les synthèses publiées tout récemment par MM. Blaise et Maire, et dont on voit la parenté avec les précédentes.

Remarques. — I. Les deux exemples cités n'épuisent pas les modes de synthèse possibles de la molécule (I) et, au surplus, n'englobent pas tous ceux qui sont actuellement connus pour les dérivés quinoléiques.

La conception sur laquelle pivote le second exemple, c'est-à-dire la fixation des amines sur les corps non saturés, est déjà ancienne; elle a été proposée pour la première fois par C. Beyer (*J. f. prakt. Ch.*, t. XXXIII, 1886, p. 393-425) et adoptée, au moins en partie, par von Miller. La conception sur laquelle repose le premier exemple m'est plus personnelle et m'a été suggérée par mes anciennes recherches sur l'acide pyruvique et par celles que je poursuis sur l'éther oxalacétique; elle est opposée aux vues de Beyer sur la même question.

II. La cyclisation de la substance fondamentale peut s'effectuer parfois dans un sens différent de la formation des dérivés quinoléiques. Dans le cas où $B = CO^2C^2H^5$ et $A = H$ ou $CO^2C^2H^5$, la condensation peut s'effectuer entre les groupes $CO^2C^2H^5$ et NH par perte d'une molécule d'alcool et l'on obtient alors les dérivés de la cétopyrrolidone (Schiff et Bertini, Simon et Conduché).

III. Si l'on prend en considération une molécule encore plus générale que celle que nous avons présentée au début de cette Note

$$\begin{array}{l} R \diagdown \\ R_1 \diagup C - NH - R' \\ \qquad\; | \\ A - CH - CO - B \end{array}$$

on peut rappeler son intervention, en particulier, dans l'action des amines sur l'acide pyruvique ou ses éthers [1], soit pris isolément, soit en présence de l'éther oxalacétique (Böttinger, Simon) qui conduit, suivant les circonstances, à des dérivés quinoléiques ou cétopyrrolidoniques.

---

[1] Je saisis l'occasion de consigner les doutes que m'ont suggérés les recherches que je poursuis seul ou avec mes élèves sur la véritable constitution des dérivés pyruvylpyruviques, que j'ai décrits antérieurement et qui sont plutôt à considérer comme des dérivés de la cétopyrrolidone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions de stabilité des carbylamines.* Note de **M. H. Guillemard**, présentée par M. Arm. Gautier.

Dans une précédente Note (¹) j'ai indiqué les méthodes que l'on peut employer pour doser les mélanges de nitriles et de carbylamines. En appliquant ces procédés à l'étude de l'alcoylation des cyanures métalliques, j'ai vu que si, dans nombre de ces réactions d'alcoylation, on n'obtient pas de carbylamines, on doit attribuer ce fait, non à ce qu'il ne s'en forme pas, mais à ce qu'elles se modifient dans les conditions de l'expérience, soit qu'elles s'isomérisent en se transformant en nitriles, soit qu'elles se combinent à quelqu'un des corps en présence pour former des composés qui ne sont plus aptes à les régénérer, soit qu'elles se décomposent. C'est ainsi que j'ai été amené à étudier leur stabilité en fonction des conditions expérimentales où elles prennent naissance. J'ai successivement examiné comment elles se comportent vis-à-vis des divers agents d'alcoylation et des cyanures métalliques, ainsi que sous la seule action d'une élévation graduelle de température.

1. *Action des agents d'alcoylation : a. Iodure d'éthyle.* — M. A. Gautier a montré que les carbylamines se combinent facilement aux iodures alcooliques pour donner des composés solubles dans l'eau. Mais ce savant, non plus que Nef et Liubavin, n'a pu réussir à isoler ainsi des produits d'addition définis. Je suis arrivé à un meilleur résultat en abandonnant très longtemps à la température ordinaire un mélange d'éthylcarbylamine en excès et de très peu d'iodure d'éthyle; dans ces conditions, on voit peu à peu le mélange se colorer en jaune, puis en rose, enfin en rouge brun. Si l'on distille dans le vide, on obtient à l'état cristallisé une petite quantité d'un composé iodé brun qui est la combinaison cherchée; le liquide distillé, d'abord incolore, ne tarde pas à se colorer, et peut fournir à nouveau le même composé iodé; la réaction est extrêmement lente, mais on évite ainsi la polymérisation qui se produit si l'on essaie de l'effectuer à chaud. Le corps ainsi formé, très soluble dans l'eau et les solvants organiques, est facilement décomposé à chaud par les acides et les alcalis; ces derniers en dégagent une base, que j'ai reconnu être la diéthylamine, et laissent un faible résidu d'oxalate. Le dosage d'iode m'a montré que ce composé répond à la formule $(C^2H^5NC)^2(C^2H^5I)^3$. En effectuant la réaction à chaud, je n'ai obtenu qu'un composé goudronneux beaucoup moins riche en iode et paraissant être, soit un mélange du corps précédent avec un polymère de la carbylamine, soit une combinaison de ce polymère et d'iodure d'éthyle.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 1158.

b. Sulfates alcooliques et sulfovinates. — Le sulfate neutre de méthyle, grâce à son acidité, détruit immédiatement les carbylamines; il en est de même des sulfovinates qui ne sont pas rigoureusement neutres.

2. *Action des cyanures métalliques.* — Les cyanures se combinent aux carbylamines en donnant naissance à des combinaisons dont la stabilité varie beaucoup suivant le cyanure employé. Tous ces composés se dissocient facilement sous l'action de la chaleur, et la distillation sèche du dérivé argentique fut le premier procédé autrefois employé par M. Gautier pour isoler les carbylamines. Ce composé argentique $AgNC.CNC^2H^5$ peut être considéré comme l'éther éthylique de l'acide argentocyanhydrique $AgNC.CNH$ acide déjà connu, dont le cyanure double d'argent et de potassium $AgNC.CNK$ est le sel de potassium; en effet, ce sel, chauffé avec du sulfovinate de potassium, réagit, non comme un sel d'argent, mais comme un sel de potassium, en donnant naissance au composé carbylamino-argentique. L'argentocyanure d'éthyle, soumis à l'action de la chaleur, se dissocie en cyanure d'argent et carbylamine audessous de 140°. Au-dessus de cette température, il dégage un mélange de nitrile et de carbylamine dans lequel la proportion de nitrile croît à mesure que la température s'élève. En chauffant ce sel en tube scellé à 160° pendant 4 heures, on détermine l'isomérisation totale de la carbylamine qui se transforme en nitrile ordinaire.

3. *Action de la chaleur sur les carbylamines.* — M. Gautier a fait voir que, lorsqu'on chauffe pendant longtemps les carbylamines vers 200°, elles se polymérisent partiellement, puis tendent à se transformer en nitriles. J'ai cherché, à l'aide de déterminations cryoscopiques et de dosages, à fixer, d'une part la marche des phénomènes de polymérisation et d'isomérisation en fonction de la température, d'autre part à déterminer le mode de condensation des carbylamines.

J'ai chauffé en tubes scellés, pendant un même temps, et à des températures graduellement croissantes, des quantités égales d'éthylcarbylamine; le contenu du tube était ensuite divisé en deux parts, dont l'une, mise en solution dans le benzène, servait aux déterminations cryoscopiques, tandis que dans l'autre je dosais la carbylamine et le nitrile formés. Ces expériences ont montré que le poids moléculaire de la carbylamine s'élève graduellement entre 100° et 160° pour décroître ensuite de 160° à 220°, et que la quantité de nitrile qui se forme croît régulièrement à partir de 140° jusqu'à 240°, température à laquelle l'isomérisation est totale. Il suit de là que, avant de s'isomériser, la carbylamine se polymérise et que ce polymère se détruit sous l'influence de la chaleur, en donnant naissance à une quantité de nitrile d'autant plus grande que la température est plus élevée; *mais cette réaction n'est pas réversible.*

En évaporant avec précaution l'excès de carbylamine, j'ai pu isoler une petite quantité de ce polymère, qui est un corps huileux très explosif; une détermination cryoscopique faite à l'aide du benzène m'a montré qu'il s'agissait d'un trimère.

De l'ensemble de ces faits on peut conclure, d'une part, que les carbylamines qui tendent à se former peuvent disparaître en se combinant aisément aux agents d'alcoylation qui leur donnent naissance si elles ne s'isolent pas à l'état de combinaison stable avec le cyanure, et que, d'autre part, elles s'isomérisent aisément sous l'action de la chaleur après avoir donné

naissance à un composé intermédiaire qui peut être soit leur combinaison avec un cyanure, soit un polymère apte lui-même à se changer en nitrile. Il est donc à prévoir qu'on n'obtiendra de carbylamine dans l'alcoylation d'un cyanure que si ce dernier peut donner, dans les conditions de la réaction, une combinaison stable avec la carbylamine naissante; dans tous les autres cas, on obtiendra soit un dérivé de la carbylamine, toujours impropre à la régénérer, soit un simple nitrile.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de dérivés du cyclohexane : 3.3-diméthyl- et 3.3.6-triméthyl-cyclohexanones.* Note de M. G. BLANC, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (1), j'ai montré qu'on pouvait obtenir synthétiquement les acides ββ-diméthyl et ββε-triméthylpiméliques par une série de réactions d'enchaînement très nettes.

Ces deux acides ferment très facilement leur chaîne en perdant de l'acide carbonique et en fournissant les hexanones correspondantes.

L'opération s'exécute par calcination du sel de calcium, le procédé classique bien connu. J'ai trouvé qu'il était beaucoup plus pratique de transformer l'acide en anhydride, au moyen de l'anhydride acétique, et de distiller lentement celui-ci à la pression ordinaire. Il se dédouble alors quantitativement en acide carbonique et en cyclohexanone (2).

```
CH³   CH³                       CH³   CH³
   \ /                             \ /
    C                               C
CH² / \ CH²            CO² +  CH² / \ CH²
CH² \   CO      →             CH² \ / CO
CH² —  O                           CH²
       |
       CO
```

La ββ (ou 3.3) diméthylcyclohexanone déjà décrite par Léser, qui l'a obtenue en traitant l'acétylcyclométhylhepténone par la potasse aqueuse (3),

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 30 avril 1906, p. 996.

(2) Ce procédé présente un caractère tout à fait général et je l'ai utilisé pour l'obtention pratique d'un certain nombre d'hexanones et de pentanones.

(3) *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 549.

est un liquide incolore mobile, d'une odeur de menthone. Elle bout à 173°. Sa semicarbazone cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fusibles à 203° sur le mercure (198° d'après Léser).

Réduite par le sodium et l'alcool absolu, elle est convertie en un alcool

$$\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup\diagdown CH^2 \\ CH^2 \diagdown\diagup CH.OH \\ CH^2 \end{array}$$

identique à celui qui a été obtenu par A.-W. Crossley et N. Renouf, à partir de la 1.1-diméthyldihydrorésorcine. Cet alcool est un liquide huileux, d'une odeur camphrée, bouillant à 78° (15^{mm}) et qui se solidifie dans la glace pour fondre ensuite vers 12° comme l'indiquent Crossley et Renouf (1).

La distillation lente de l'anhydride ββε-triméthylpimélique conduit de même à la ββε (ou 3.3.6) triméthylcyclohexanone, dont la constitution est très voisine de celle de la pulénone de Wallach et Kempe (2)

$$\begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup\diagdown CH^2 \\ CH^2 \diagdown\diagup CO \\ CH - CH^3 \end{array} \qquad \begin{array}{c} CH^3 \quad CH^3 \\ \diagdown\diagup \\ C \\ CH^2 \diagup\diagdown CO \\ CH^2 \diagdown\diagup CH^2 \\ CH - CH^3 \end{array}$$

3.3.6-triméthyl-cyclohexanone. Pulénone.

Cette nouvelle cétone est un liquide mobile d'une forte odeur de menthone; elle bout à 186°, sa semicarbazone fond à 170° sur le mercure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'érythrite naturelle.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 42) j'ai indiqué comment, parti du nitrile que fournit l'action de l'acide cyan-

(1) *Chem. Soc.*, t. LXXXVII, p. 1487.
(2) *Lieb. Ann.*, t. CCCXXIX, p. 82.

hydrique sur l'épichlorhydrine, j'ai pu arriver à la butène-olide

$$\underbrace{CH^2 - CH = CH - CO}_{O}$$

et passer de ce composé à une lactone érythronique

$$\underbrace{CH^2 - CHOH - CHOH - CO.}_{O}$$

Le composé ainsi obtenu est sans action sur la lumière polarisée, mais l'existence dans sa molécule de deux atomes de carbone asymétriques, qui d'ailleurs ne sauraient se neutraliser l'un l'autre, permettait de supposer que l'inactivité tenait à la présence d'inverses optiques en quantités équimoléculaires.

D'autre part, si la stéréochimie permet de représenter quatre corps, répondant à la formule

$$\underbrace{CH^2 - CHOH - CHOH - CO,}_{O}$$

elle prévoit que deux d'entre eux seulement peuvent provenir de la fixation de deux oxhydriles sur la butène-α-olide, précisément ceux où les oxhydriles sont du même côté du plan de l'anneau correspondant à cette chaîne fermée. Si j'avais réellement affaire à un mélange de ces deux isomères, l'hydrogénation de la lactone inactive devait donner l'érythrite inactive par nature.

J'ai pu vérifier ces conséquences de la stéréochimie en passant de la lactone inactive : 1° à une lactone lévogyre ; 2° à l'érythrite naturelle.

1° J'ai, en présence d'eau, additionné la lactone d'une quantité équivalente de brucine; celle-ci est entrée rapidement en dissolution. En soumettant le tout à des cristallisations fractionnées, j'ai pu séparer des érythronates de brucine dont les pouvoirs rotatoires ont varié de — 25°,3 (têtes) à — 34° (queues). Je ne crois pas, d'ailleurs, que ce soient les dernières limites que l'on puisse atteindre, mais la très grande solubilité de ces sels dans l'eau rend leur séparation difficile. Néanmoins, par l'action de la baryte, puis de l'acide sulfurique, j'ai pu retirer du sel — 25,3 une lactone présentant un pouvoir rotatoire de — 35°.

2° J'ai conduit l'hydrogénation de la lactone inactive comme on le fait d'habitude en ces sortes d'essais (emploi d'amalgame de sodium à 2,6 pour 100 en solution maintenue toujours légèrement acide). La solution acquiert rapidement le pouvoir de réduire la liqueur de Fehling, mais toujours très faiblement; si l'on n'emploie qu'une

fois et demie la quantité d'amalgame théoriquement nécessaire à la production d'érythrose, on obtient un sirop peu réducteur, qui donne avec la phénylhydrazine non pas l'érythrosazone, mais une hydrazide fondant à 145°, identique à celle que fournit directement la lactone primitive. Par contre, ce sirop, abandonné trois mois à lui-même, a laissé déposer des cristaux d'érythrite de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre. Ce sucre s'obtient avec un bien meilleur rendement (environ 30 pour 100) si l'on traite peu à peu la lactone par cinquante fois son poids d'amalgame, toujours en solution faiblement acide.

J'ai identifié le composé obtenu avec l'érythrite, par sa cristallisation en présence d'un germe d'érythrite, par son point de fusion qui s'est trouvé égal à 120°, qu'il soit seul ou qu'il soit mélangé d'érythrite, par son analyse, puis par la formation d'un acétal dibenzoïque, que j'ai également analysé, et qui s'est trouvé fondre à 195°-196°, comme celui décrit par Fischer.

Cette synthèse est en complet accord avec les vues stéréochimiques; on peut la rapprocher de la synthèse de l'acide tartrique indédoublable à partir de l'acide maléique. La lactone dont je suis parti appartient en effet à la série maléique, en fixant deux oxhydriles elle doit donner un mélange dédoublable, puisque les extrémités de sa chaîne d'atomes de carbone ne sont point les mêmes; mais l'hydrogénation, qui rend ces extrémités identiques chez les deux lactones hydroxylées obtenues, doit nécessairement conduire à un tétrol inactif.

BOTANIQUE. — *Sur la symbiose du Figuier et du Blastophage.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les matériaux qui ont servi à mes observations sont des figues de la troisième récolte produites par des Caprifiguiers poussant spontanément dans le département du Gard. Ces figues commencent à apparaître au mois d'août, grossissent rapidement, restent tout l'hiver sur l'arbre et n'arrivent à leur complet développement qu'au printemps; elles ne sont jamais comestibles. En septembre, lorsqu'elles ont acquis environ la moitié de leur volume définitif, les ovules sont mûrs et les pistils, tous égaux et de faibles dimensions, laissent une large cavité au centre du réceptable.

Si, à ce moment, aucun Blastophage ne vient la visiter, la figue cesse de s'accroître et tombe; si au contraire, un Blastophage pénètre par l'orifice de la partie supérieure et dépose un œuf dans un certain nombre de fleurs, la figue continue à s'accroître; les pistils qui ont reçu un œuf grossissent rapidement et remplissent bientôt toute la cavité du réceptacle.

On sait d'ailleurs que l'œuf déposé se développe et prend à l'intérieur du pistil la place de la graine. J'ai étudié les transformations qui se produisent dans les diverses parties de l'ovule à la suite du dépôt de l'œuf de Blastophage.

L'œuf est en général déposé à la limite des téguments et du nucelle, quelquefois à l'intérieur même de celui-ci. Aussitôt après, le nucelle s'accroît rapidement et prend un aspect très particulier; les cellules qui le forment deviennent irrégulières, leurs parois sont très minces et leur contenu clair. Puis le sac embryonnaire s'agrandit en digérant les cellules qui l'entourent. L'oosphère ne se développe pas en plantule, mais le noyau secondaire se divise et donne un grand nombre de noyaux qui tapissent les parois du sac. Les choses se passent donc, à ce dernier point de vue, comme s'il y avait eu fécondation. Des cloisons apparaissent ensuite entre les noyaux; tout autour du sac se forme ainsi une couche d'albumen qui s'épaissit bientôt, vers l'extérieur, en digérant le nucelle; vers l'intérieur, en rétrécissant peu à peu la cavité du sac.

Dans l'albumen jeune, chaque cellule renferme un gros noyau entouré d'un protoplasma finement granuleux: puis le protoplasma devient de plus en plus épais et se charge de matières de réserve, notamment de globules albuminoïdes qui se colorent d'une manière très nette par l'hématoxyline; le noyau devient alors très difficile à distinguer et se fragmente en plusieurs noyaux. Vers le milieu de l'albumen, la structure cellulaire est moins nette, le cloisonnement ne s'est, en général, pas propagé jusqu'au centre.

Pendant ce temps l'œuf du Blastophage s'est développé; l'embryon, entourant un vitellus peu abondant, s'agrandit d'abord lentement aux dépens du nucelle, puis arrive au contact de l'albumen et le digère à son tour. On voit alors, à l'intérieur des téguments de l'ovule, un embryon de forme ovoïde plus ou moins enfoncé dans l'albumen aux dépens duquel il se nourrit. L'albumen joue par rapport à l'embryon du Blastophage le même rôle qu'il jouerait par rapport à l'embryon du Figuier s'il y avait eu fécondation, et le Blastophage est disposé par rapport à l'albumen à peu près comme un embryon d'oiseau par rapport à son vitellus. En général, l'albumen est complètement digéré avant que le Blastophage ne soit arrivé à l'état adulte. Le Blastophage s'est donc substitué à la plantule du Figuier et se nourrit de réserves qui étaient destinées à cette dernière. C'est un exemple net de castration parasitaire.

Il est à remarquer que, dans ce cas, l'albumen se forme sans qu'il y ait eu fécondation; dans tous les ovules où un œuf est pondu, il y a, en effet, formation d'albumen, et l'Insecte qui a pondu l'œuf ne sort pas toujours d'une figue qui renferme des étamines; c'est donc un albumen parthénogénétique. Dans le cas de la fécondation normale, l'un des anthérozoïdes

féconde l'oosphère et l'autre le noyau secondaire; il en résulte deux embryons jumeaux : l'un qui devient la plantule et l'autre qui est l'albumen destiné à être digéré par la plantule. L'œuf du Blastophage produit le même effet que le tube pollinique au point de vue de l'accroissement extérieur de l'ovule; à l'intérieur, il ne détermine pas la formation d'une plantule qui serait pour lui un concurrent, il provoque seulement le développement de l'albumen qui doit lui servir de nourriture.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du méthanal (aldéhyde formique) dans les végétaux verts.* Note de M. G. **Kimpflin**, présentée par M. Guignard.

On s'accorde généralement à regarder le méthanal comme un terme intermédiaire dans le processus de synthèse naturelle des hydrates de carbone.

Cependant l'état gazeux de ce corps et la facilité avec laquelle il se polymérise ont rendu sa caractérisation difficile.

Quelques auteurs se sont appliqués à montrer que l'on pouvait élever des plantes à l'abri de la lumière en leur fournissant du méthanal, soit à l'état d'oxyméthylsulfite de sodium, soit tel quel ajouté à une solution nutritive (Raoul Bouilhac) ([1]). D'autres ont tiré de la présence de dérivés très voisins (méthanol, méthanoïque) dans les végétaux verts une preuve indirecte de sa formation au cours des phénomènes photochlorophylliens. Certains observateurs l'ont même caractérisé soit dans les produits de la distillation de sucs extraits des plantes, soit dans ces plantes elles-mêmes.

Nous avons repris la question et, comme réactif du méthanal, nous avons employé le méthylparamidométacrésol.

1° Ce corps donne avec le méthanal une coloration rouge [Thévenon ([2]) a déjà indiqué que le sulfate de méthylparamidophénol donne avec le méthanal une coloration rouge grenat qui permet de déceler des traces d'aldéhyde formique] et cette coloration

([1]) Raoul Bouilhac, *Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques algues d'eau douce* (*Comptes rendus*, 29 décembre 1902).

([2]) Thévenon, *Sur un nouveau procédé de recherche de la formaldéhyde* (*Journal des intérêts scientifiques, pratiques et moraux des pharmaciens*, septembre 1905).

paraît caractéristique de cette aldéhyde; nous avons expérimenté, en effet, l'action de ce réactif sur d'autres aldéhydes et aussi sur quelques corps renfermant le groupement fonctionnel aldéhyde. Nous avons obtenu :

	Coloration.
Avec l'éthanal	Verte
le méthyl-2-butanal-3	Jaune rougeâtre
le buténal-2	Jaune clair
l'aldéhyde salicylique	Jaune
l'aldéhyde cinnamique	Orange
l'aldéhyde benzoïque	Nulle
le furfurol	Brun rougeâtre
le glucose	Nulle
le lactose	Nulle
le lévulose	Nulle

Cependant, les solutions aqueuses de ces trois derniers corps, soit à la longue, soit par l'action de la chaleur, prennent une coloration brune, mais cette coloration est identique à celle que prend dans les mêmes conditions une solution aqueuse de méthylparamidométacrésol.

Il faut remarquer enfin que, tandis que la plupart de ces colorations s'altèrent rapidement, la coloration obtenue avec le méthanal est assez stable.

2° Une solution concentrée de bisulfite de sodium additionnée d'un excès de méthylparamidométacrésol est introduite dans un long tube vertical se terminant par un tube capillaire effilé; le tube capillaire est introduit dans la feuille d'un *Agave mexicana*. La plante étant restée exposée à la lumière pendant quelque temps et le liquide ayant pénétré dans la feuille, on sectionne la partie imprégnée et on la plonge dans l'alcool absolu, puis on examine une coupe montée dans une goutte d'eau.

On constate alors, dans un grand nombre de cellules du parenchyme vert, la formation d'un précipité rouge qui se présente soit en traînées, soit en taches à contours plus ou moins réguliers et dont la couleur est identique à celle obtenue directement par l'action du méthanal sur le réactif en question.

Ceci peut s'expliquer de la manière suivante : le bisulfite de sodium pénétrant dans l'intérieur de la planche fixe le méthanal au fur et à mesure de sa production pendant l'assimilation chlorophyllienne. L'alcool absolu par déshydratation rend stable cette combinaison bisulfitique, qui se décompose ensuite sous l'action de l'eau; le méthanal se dégage alors et, se trouvant en présence du méthylparamidométacrésol, donne avec lui la coloration rouge caractéristique.

L'emploi de ce réactif nous paraît avoir l'avantage de ne pas détruire les tissus végétaux — inconvénient que présentent tous les réactifs renfermant de l'acide sulfurique concentré [par exemple, la solution de codéine dans H^2SO^4 concentré, ou bien encore la solution récemment proposée

par Grafe [1] de diphénylamine dans H^2SO^4 concentré] — et nous pensons que peut-être, en perfectionnant ce procédé, on pourrait arriver à observer la localisation du méthanal dans les cellules végétales.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les substances actives du* Tephrosia Vogelii. Note de M. M. Hanriot, présentée par M. Arm. Gautier.

Les feuilles du *Tephrosia Vogelii* et de diverses espèces voisines sont employées pour la pêche par les indigènes de Madagascar et de la côte Est de l'Afrique. La plante froide est écrasée et la pulpe macérée avec un peu d'eau, puis disposée par paquets dans l'étang ou la rivière à courant peu rapide que l'on veut pêcher; le poisson ne tarde pas à être paralysé et à monter à la surface. On peut alors le prendre à la main et le consommer sans inconvénient.

J'ai fait venir des Iles Comores une grande quantité de ces plantes séchées à l'ombre, et j'en ai isolé divers principes définis; l'étude actuelle porte sur les feuilles.

Je me suis d'abord assuré que la dessiccation ne leur avait pas fait perdre leurs principales propriétés; toutefois, la comparaison entre l'activité du produit sec et des feuilles fraîches, mises obligeamment à ma disposition par M. Guignard, m'a montré que la plante fraîche, bien qu'élevée en serre, était beaucoup plus active.

L'extrait alcoolique des feuilles est distillé dans un courant de vapeur d'eau qui entraîne un liquide qui se sépare en partie par décantation du liquide distillé. Si l'on épuise la couche aqueuse par l'éther, celui-ci dissout une nouvelle quantité de l'essence et l'abandonne par distillation. Le liquide huileux ainsi séparé est le *téphrosal*.

La partie non distillable avec l'eau est évaporée à sec dans le vide, pulvérisée et épuisée par le chloroforme; celui-ci est précipité par addition de deux volumes d'éther; le liquide filtré est agité avec de la potasse caustique qui insolubilise une matière résineuse; puis on distille l'éther et l'on purifie le résidu cristallin par cristallisations répétées dans l'acétone bouillante, suivies de lavages avec de l'éther qui enlève une matière jaune. Finalement,

---

[1] V. Grafe, *Ueber ein neues spezifisches Formaldehydreagens* (*Botan. Centralblatt*, n° 49, 1906).

on obtient des cristaux incolores qui constituent la *téphrosine*. Le rendement est environ de 1^g par kilogramme de feuilles sèches.

L'éther qui a servi aux lavages est fortement coloré en jaune; d'autre part, la masse résineuse insolubilisée par l'action de la potasse, étant décomposée par l'acide sulfurique étendu, puis épuisée par l'éther, fournit une nouvelle quantité de la même substance cristallisée en aiguilles jaunes.

Le téphrosal est un liquide très odorant, ayant pour formule brute $C^{10}H^{16}O$, volatil, mais en se polymérisant. Il commence à distiller dans le vide vers 60° (H = 0,02), mais la majeure partie du liquide passe plus haut sans qu'il soit possible d'avoir un point d'ébullition absolument fixe. Ce corps est un peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther, la benzine et le chloroforme.

Sa solution aqueuse réduit à froid le nitrate d'argent ammoniacal et la liqueur cupropotassique; elle ramène au rouge la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Ce sont là les réactions des aldéhydes; toutefois je n'ai pu isoler de produit défini par l'action sur ce corps de la phénylhydrazine, de l'hydroxylamine ou de la phénylsemicarbazide.

La téphrosine forme de petits prismes brillants, fusibles à 187°, volatils à haute température avec décomposition partielle; elle peut être distillée dans le vide sans s'altérer.

Par ébullition avec l'eau, elle est un peu entraînée, comme le montre le pouvoir toxique de la solution. Elle est presque insoluble dans l'eau, peu dans l'alcool à 96° (0,542 pour 100 en poids à 19°; 3,89 pour 100 à l'ébullition); elle est plus soluble dans l'acétone (6,02 pour 100 à 18°,5) et surtout dans le chloroforme (8,60 pour 100 à 18°,5).

La glycérine en dissout un peu: dans les expériences de toxicité que je relaterai plus tard, je me suis servi de solutions alcooliques ou glycérinées que j'additionnais de beaucoup d'eau; ces solutions, bien que très étendues, précipitaient partiellement et devenaient opalescentes.

La téphrosine n'est pas azotée; elle répond à la formule $C^{31}H^{26}O^{10}$. C'est un corps neutre, ne donnant pas de glucose par hydrolyse. Il n'est pas réducteur; par l'action de l'acide azotique à chaud, il m'a fourni exclusivement de l'acide oxalique.

En solution chloroformique, il s'unit à froid avec le brome; cette solution évaporée laisse un résidu jaune, très soluble dans l'éther dont il est précipité par addition d'alcool méthylique. Il cristallise, mais difficilement, et fond à 133°.

Divers auteurs ont déjà isolé des Légumineuses, et même d'un *Tephrosia*, des principes analogues doués de propriétés toxiques sur les Poissons. Notons la timboïne, retirée par Pfaff du *Timbo*, mélange du *Tephrosia toxicaria* et du *Paullinia pinnata*; la derride et la pachyrizide, isolées par Van Sillevold du *Derris elliptica* et du *Pachyrizus angulatus*. Le Tableau

suivant montrera que ces corps, malgré des analogies très grandes, ne sont pas identiques.

Téphrosine $C^{31}H^{26}O^{10}$.	Timboïne $C^{34}H^{32}O^{10}$.	Derride $C^{33}H^{30}O^{10}$.	Pachyrizide $C^{30}H^{24}O^{10}$.
Fond à 187°	Fond à 83°	Fond à 73°	Fond à 81°
Dérivé bromé fond à 133°	Dérivé bromé fond à 259°	»	»
Très peu sol. en éther	Sol. en éther	Sol. en éther	Très sol. en éther
Insol. en alcalis	»	Sol. en alcalis	Sol. en alcalis

On voit que la téphrosine serait l'homologue supérieur de la pachyrizide, comme la timboïne est celui de la derride, très soluble dans l'éther et reprécipitable par l'alcool.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Formation et distribution de l'huile essentielle dans une plante vivace.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

L'étude de la formation et de la distribution des composés odorants chez les plantes a déjà fait l'objet d'un certain nombre de Communications de notre part. Nous nous proposons d'examiner dans cette Note le cas d'une plante vivace, l'absinthe (*Artemisia absynthium* L.).

Des coupes ont été effectuées à diverses époques de la végétation : 1° le 26 septembre 1904, environ six mois après les semailles et longtemps avant la floraison; 2° le 10 juillet 1905, au début de la floraison; 3° le 4 août 1905, alors que la floraison est déjà avancée; 4° le 2 septembre 1905, à la fin de la floraison. A ce moment, les feuilles anciennes commencent de se dessécher, mais un grand nombre d'autres proviennent d'une abondante poussée nouvelle qui s'est produite vers la base.

Au premier stade (longtemps avant la floraison), *il y a prépondérance des feuilles. Les racines ne renferment pas encore d'huile essentielle. Quant aux feuilles, elles en contiennent une proportion notablement plus élevée que les tiges* (proportion onze fois supérieure), c'est là d'ailleurs un résultat tout à fait analogue à ceux que nous avons obtenus antérieurement avec d'autres plantes.

Au point de vue absolu, c'est aussi dans les feuilles que se trouve la quantité la plus importante d'essence.

Lors du *deuxième stade* considéré (début de la floraison) les tiges, organes de distribution, sont devenues prédominantes. *La racine, qui ne ren-*

fermait pas d'essence au premier stade, devient plus riche que la tige. Dans tous les organes, la proportion d'huile essentielle a augmenté. Dans la feuille, elle a doublé. La formation de l'essence par rapport à la matière sèche assimilée, entre le premier et le deuxième stade considérés, est demeurée sensiblement la même qu'au début de la végétation.

Depuis le stade précédent on constate que 61^{mg} d'essence se sont accumulés dans les racines de chaque pied; de plus, les inflorescences qui ont pris naissance récemment en renferment 327^{mg}. Dans chaque individu le poids de l'huile essentielle s'est accru : dans les tiges, de $132^{mg} - 26^{mg} = 106^{mg}$; dans les feuilles, de $535^{mg} - 341^{mg} = 104^{mg}$; dans la plante entière, de $1055^{mg} - 367^{mg} = 688^{mg}$.

Il y a eu, par conséquent, formation d'une quantité importante d'essence jusqu'au moment de la floraison. Mais cette formation coïncide avec un accroissement de la plante; et il convient de ne pas oublier que la proportion des matières odorantes par rapport à la matière sèche est demeurée ssnsiblement la même qu'au premier stade.

Au *troisième stade*, alors que la floraison est avancée, les inflorescences constituent une proportion plus importante de la plante, mais les tiges demeurent prédominantes. *L'accumulation de l'essence dans les racines devient de plus en plus manifeste.* Nous n'avions pas constaté de fait semblable dans le cas d'une plante annuelle. La proportion d'huile essentielle diminue sensiblement dans les tiges, dans les feuilles et surtout dans les inflorescences. En un mot, elle diminue dans la plante, que l'on considère la matière fraîche ou la matière sèche. *C'est donc au début du développement de la plante que se forment le plus activement les composés odorants.*

Pour chaque pied on constate, depuis le stade précédent : 1° qu'il s'est accumulé dans les racines $88^{mg} - 61^{mg} = 27^{mg}$ d'essence; 2° que le poids d'essence a baissé de $132^{mg} - 105^{mg} = 27^{mg}$ dans les tiges, de $535^{mg} - 301^{mg} = 234^{mg}$ dans les feuilles, de $327^{mg} - 272^{mg} = 55^{mg}$ dans les inflorescences, enfin de $1055^{mg} - 766^{mg} = 289^{mg}$ dans la plante entière.

La conclusion est qu'*il y a eu consommation de matières odorantes* par suite du travail de la fécondation. Elle est identique à celle à laquelle nous avons été conduits dans le cas d'une plante annuelle.

Une remarque s'impose ici au point de vue positif, remarque relative à l'intérêt de choisir d'une façon judicieuse l'époque de la récolte des plantes à essences. Dans les expériences dont nous relatons ici les conclusions, selon que la coupe est effectuée le 10 juillet ou le 4 août, chaque pied fournit 1055^{mg} ou seulement 766^{mg} d'essence; dans ce dernier cas on subit

donc une perte d'environ 28 pour 100 du précédent rendement absolu. En d'autres termes, nous arrivons à cette conclusion pratique qu'*il y a intérêt à empêcher la fécondation de la fleur, ou bien à extraire l'essence avant que ce travail ne soit accompli.*

Au *quatrième stade*, la floraison est achevée et *les feuilles ont pris une plus grande importance relative, à cause d'une poussée nouvelle qui s'est produite. Toute une partie de la plante se trouve ainsi renouvelée, rajeunie. La proportion d'huile essentielle dans la racine a encore augmenté d'une façon notable.* Dans la matière sèche de la tige, il y a une faible augmentation de la proportion d'essence; dans la feuille sèche, pas de variation sensible; dans l'inflorescence nous constatons une diminution, mais si nous examinons la plante entière nous observons que celle-ci, par suite de la poussée nouvelle, s'est enrichie en essence après avoir subi des pertes notables.

Dans les racines de chaque pied on trouve $105^{mg} - 88^{mg} = 17^{mg}$ de composés odorants de plus qu'au stade précédent. Par contre, le poids d'essence dans la tige a diminué de $105^{mg} - 57^{mg} = 48^{mg}$, tandis que chez les feuilles on constate une augmentation de $558^{mg} - 301^{mg} = 257^{mg}$ due à la poussée nouvelle, puisque la proportion de l'huile essentielle dans la matière sèche n'a pas varié. Dans les inflorescences, $272^{mg} - 218^{mg} = 54^{mg}$ d'essence ont disparu.

Si nous trouvons maintenant dans la plante entière $938^{mg} - 766^{mg} = 172^{mg}$ d'essence de plus qu'au stade précédent, c'est à l'apparition des feuilles nouvelles que cette augmentation doit être attribuée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action pharmacodynamique d'un nouvel alcaloïde contenu dans la racine de valériane fraîche.* Note de M. **J. Chevalier**, présentée par M. Armand Gautier.

De précédentes recherches effectuées sur le suc de la racine de valériane fraîche et sur les éthers du bornéol, recherches en collaboration avec M. le professeur Pouchet, nous avaient montré la nécessité d'admettre, pour expliquer l'action pharmacodynamique intense de cette racine, la présence dans cette plante fraîche de principes encore actuellement inconnus, soit doués de propriétés pharmacodynamiques énergiques, soit capables d'exalter le pouvoir physiologique des éthers du bornéol ou d'autres éléments de l'essence à laquelle on attribuait jusqu'alors les propriétés thérapeutiques de la plante.

J'ai donc recherché systématiquement dans la racine de valériane les

principes actifs susceptibles de déterminer les effets physiologiques et thérapeutiques provoqués par l'emploi du suc de la plante fraîche si différents de ceux déterminés par l'ingestion de l'essence, des éthers du bornéol ou des préparations galéniques fabriquées avec la racine sèche.

En opérant sur 250^{kg} de racine de valériane fraîche, nous avons vu que la constitution chimique de cette plante était complexe, et que, à côté de l'essence, cette racine contenait en outre un alcaloïde, un glucoside, une matière résineuse, tous produits actifs au point de vue physiologique et dont l'action pharmacodynamique propre intervenait pour la production des effets obtenus à la suite de l'emploi du suc frais de racine de valériane.

Cet alcaloïde et ce glucoside sont très altérables et disparaissent en partie lors de la dessiccation de la plante et pendant la fabrication des préparations galéniques. Ce fait, joint à la dissociation des éthers du bornéol dans les mêmes circonstances, permet d'expliquer la différence d'activité reconnue entre les préparations de racines fraîches et celles de racines sèches.

La présence d'un alcaloïde dans la racine de valériane avait déjà été signalée en 1891 par Worlizewski. Le glucoside n'a été jusqu'ici entrevu par personne. Ces deux principes actifs, du reste, n'existent dans la racine fraîche qu'en faible quantité et c'est, il faut le proclamer, grâce à leur activité pharmacodynamique que nous avons pu les mettre en évidence.

Dans cette Communication, nous nous attacherons seulement à l'étude physiologique de l'alcaloïde. Étant donnée la volatilité de ce corps il faut pour l'extraire opérer avec précautions sur la racine fraîche et éviter l'action prolongée de la chaleur et toutes les actions oxydantes qui donnent des produits résineux. La racine fraîche entière est plongée pendant 10 à 15 minutes dans de l'alcool à 80° maintenu à l'ébullition pour tuer l'oxydase très active qu'elle contient, puis pulpée et épuisée à chaud par le même alcool en présence de carbonate de chaux. On distille ensuite cet alcool dans le vide, à basse température, jusqu'à consistance sirupeuse. Cette masse est alors reprise par de l'alcool à 98° qui laisse comme résidu une assez forte quantité de matière résineuse. L'alcool est distillé dans les mêmes conditions, toujours en présence du carbonate de chaux; on obtient un sirop brunâtre doué d'une odeur piquante et poivrée qu'on épuise à froid après alcalinisation par de l'éther ou par de la benzine. L'éther distillé laisse comme résidu un liquide sirupeux constitué par un mélange d'une base soluble dans l'eau et d'une petite quantité d'essence insoluble dans ce liquide. On sature par de l'acide chlorhydrique dilué et l'on fait évaporer le liquide dans le vide où il cristallise. Étant donnée la petite quantité d'alcaloïde contenue dans la plante ($0^{g},15$ par kilogramme), nous n'avons encore pu l'identifier au point de vue chimique.

Chez le chien, non anesthésié, l'injection d'une dose de 1^{cg} à 2^{cg} par kilogramme est

suivie presque immédiatement d'une chute brusque de l'animal qui tombe comme une masse flasque, puis présente de l'opisthotonos sans contraction marquée des membres qui sont cependant en extension. Cet état dure quelques minutes, l'animal n'a pas perdu connaissance, mais pendant quelques secondes la respiration et les battements du cœur sont arrêtés, et il est complètement incapable de faire un mouvement. Puis l'animal fait de grandes respirations intermittentes, pénibles, diaphragmatiques et abdominales, les battements du cœur se régularisent, tout en restant toujours lents et forts, la paralysie généralisée disparaît et fait place à de la paraplégie, puis la respiration devient dyspnéique, fréquente, superficielle, et l'on voit se produire des vomissements et de la salivation profuse. A la suite, l'animal reste pendant un certain temps abruti, somnolent, affaissé, puis il se rétablit.

L'ingestion ou l'injection hypodermique ne font apparaître aucun de ces phénomènes tapageurs et passagers, mais déterminent seulement une diminution de l'excitabilité de l'animal et de la tendance au sommeil.

L'injection hypodermique est douloureuse, mais au bout de peu de temps on voit se manifester des phénomènes d'analgésie localisée. Une solution d'alcaloïde à 5 pour 100 détermine sur la langue une sensation d'anesthésie analogue à celle produite par une solution de cocaïne à 1 pour 100.

Si, chez le chien chloralisé, on injecte une solution très diluée d'alcaloïde (0,50 pour 100), lentement par la voie intraveineuse, on voit survenir une accélération passagère des contractions cardiaques, une légère élévation de la pression sanguine et de l'accélération des mouvements respiratoires ; ces divers phénomènes durent seulement quelques secondes, puis il se fait brutalement une chute de la pression sanguine avec ralentissement ou même arrêt du cœur si la dose est un peu considérable ($0^{g},01$ par kilogramme). A cet arrêt du cœur, qui peut durer plusieurs secondes et s'accompagne toujours d'arrêt respiratoire, succèdent quelques contractions cardiaques énergiques, lentes, espacées, puis, peu à peu, les mouvements cardiaques se régularisent, la pression sanguine s'élève graduellement, les contractions cardiaques conservant, pendant un certain temps, leur énergie exagérée et leur rythme très ralenti.

Tous ces phénomènes sont la conséquence de l'action énergique exercée par l'alcaloïde sur le bulbe et la moelle allongée ; l'action irritante locale ne doit pas entrer en jeu, car, après section des pneumogastriques, cette chute de pression ne se produit plus et l'on constate seulement un léger ralentissement avec renforcement des contractions cardiaques. L'action prédominante est dépressive et paralysante, purement centrale ; même à la suite de l'emploi de faibles doses, les noyaux d'origine du pneumogastrique sont paralysés alors que le bout périphérique est encore nettement excitable. Cette action dépressive ne doit pas se localiser seulement sur le bulbe, mais s'étend aussi au cerveau et à tout l'axe cérébrospinal, comme le montrent les phénomènes de somnolence et d'abrutissement qui se produisent quelque temps après l'apparition des symptômes bulbaires. Cette diminution de l'excitabilité des centres cérébraux permettrait d'inter-

prêter l'action thérapeutique des préparations de valériane fraîche dans le traitement de l'hystérie et surtout de l'épilepsie.

ZOOLOGIE. — *Sur la formation du squelette chez les Hexacoralliaires à polypier.* Note ([1]) de M. **Armand Krempf**, présentée par M. Yves Delage.

Le processus cytologique de la sécrétion du calcaire chez les Hexacoralliaires à squelette n'a pas encore été exactement défini.

Heider le premier (1881) observa que le polypier de ces animaux était constitué par la juxtaposition de petits éléments calcaires qu'il nomma *calicoblastes*. Il attribua à ces éléments la valeur morphologique de cellules mortes après avoir subi une *calcification totale*.

Koch (1882) considère au contraire ce squelette comme se formant directement par les apports successifs de la sécrétion *extracellulaire* de la couche vivante appliquée sur lui.

Les recherches et les acquisitions faites depuis ont étendu nos connaissances sur sa structure et sa constitution, mais sans nous éclairer d'une façon définitive sur le mécanisme intime de sa formation. Les observateurs récents, suivant la nature de leurs travaux, se sont ralliés aux théories de Koch ou de Heider sans les modifier dans ce qu'elles ont l'une et l'autre d'essentiel et chacune d'elles compte encore à l'heure actuelle ses partisans et ses adversaires.

J'ai étudié récemment à ce point de vue une espèce ([2]) du genre *Seriatopora* fixée dans d'excellentes conditions de fraîcheur. Voici les résultats de mes observations et les conclusions auxquelles elles conduisent.

Il est facile de vérifier que le polypier de cet animal, conformément aux recherches de Heider, est formé par l'imbrication d'une multitude de petites écailles calcaires, elles-mêmes constituées par un faisceau de fibrilles de carbonate de chaux.

J'ai pu, en outre, mettre en évidence, par une décalcification conduite avec ménagement, le substratum de matière organique au sein duquel le calcaire de cette écaille a pris la forme solide.

Une très mince membrane limite chacun de ces éléments, tendant ainsi à lui donner

---

([1]) Présentée dans la séance du 14 janvier 1907.

([2]) Cette espèce a été recueillie sur les récifs coralliens de la côte de Nha-Trang (Annam).

la physionomie d'une cellule. Après une action convenable des réactifs décalcifiants sur le squelette frais, l'ensemble de ces délicates trames organiques agglomérées forme une masse légère, translucide, semblable à de la gelée et d'une extrême fragilité [1].

Il existe donc, contrairement à l'opinion de Gardiner (1900) qui n'a pu le déceler dans ses préparations, un substratum organique au squelette des Coralliaires.

Contrairement encore à l'opinion de Duerden (1904), qui admet l'existence d'une substance fondamentale, mais qui la considère comme homogène, cette substance a une constitution histologique nettement caractérisée qui réalise toutes les apparences d'une structure cellulaire.

Ces faits font perdre beaucoup de sa valeur à l'hypothèse de la sécrétion extracellulaire de Koch. Ils sembleraient donner pleinement raison à Heider, qui considère le polypier comme formé par l'accumulation de cellules calcifiées.

Il n'en est rien cependant; les écailles calcaires dont la juxtaposition forme le polypier ne sont pas des cadavres de calicoblastes. Elles n'ont pas la valeur de cellules.

On chercherait en vain à trouver à chacune d'elles [2] les restes d'un noyau qui la caractériserait comme telle.

Pour s'éclairer définitivement sur la signification morphologique de cet élément il faut assister à son évolution complète. Voici comment il se forme :

Dans l'ectoderme qui tapisse le squelette et qui consiste en une couche protoplasmique parsemée de noyaux où il est assez malaisé de définir les limites cellulaires, on le voit apparaître de place en place sous forme d'une petite masse fixant fortement les colorants nucléaires.

Il présente une fibrillation nette. Ses fibrilles bien individualisées sont en général régulièrement parallèles entre elles et le plus souvent disposées perpendiculairement à la surface de l'épithélium calicoblastique.

Sa forme est variable suivant les points du squelette où on l'observe. Tantôt elle affecte celle d'un petit parallélépipède assez régulier et aplati, tantôt elle rappelle celle

(1) Cette substance ne résisterait pas aux manipulations les mieux conduites de la technique la plus délicate, sans la présence d'une Saprolégniée parasite qui perfore sa masse de ses filaments imbriqués, la pénètre en tous sens et lui constitue une véritable charpente.

(2) On rencontre cependant disséminés çà et là au milieu de ces écailles dépourvues de noyaux un petit nombre d'éléments nucléés. Ce fait intéressant trouve son explication dans cette Note même quelques lignes plus bas.

d'une écaille de Lépidoptère, quelquefois même celle d'une coupe comprimée suivant son axe vertical et creusée d'une cavité peu profonde.

On observe toujours, déjeté sur un de ses côtés, un petit noyau homogène et très chromophile.

Cet élément, arrivé à son complet développement, se calcifie intégralement. Il cesse alors de faire partie de la cellule encore vivante au sein de laquelle il s'est développé et se soude au squelette avec lequel désormais il fait corps.

Mais le noyau de la cellule qui l'a formé n'est pas entraîné avec lui. Il se retire au contraire au fond de la couche protoplasmique qui reste vivante, et après une période de repos dont je ne puis fixer la durée, il préside à l'élaboration d'un nouvel élément semblable au précédent.

Ce n'est qu'après avoir assisté à la formation d'un certain nombre de ces éléments qu'il se trouve englobé dans le dernier formé, définitivement extrait de la couche vivante et incorporé au squelette où les bonnes préparations permettent de le reconnaître.

Il a alors perdu à peu près complètement ses aptitudes chromophiles, mais il a conservé presque sans altération sa forme caractéristique et ses dimensions.

Dans les préparations que j'ai examinées et qui jusqu'à présent n'intéressent qu'une seule espèce, j'ai trouvé une moyenne de 150 écailles dépourvues de noyaux pour une écaille nucléée.

Si l'on était en droit de supposer qu'aucun des noyaux disséminés dans le squelette ne peut échapper à l'observation, il faudrait penser qu'un calicoblaste déterminé peut, pendant sa vie, produire un ensemble d'environ 150 écailles calcaires.

Ces données nouvelles fournissent l'explication de la remarquable rareté des divisions cellulaires dans la couche à calicoblastes dont l'activité fonctionnelle est cependant très grande en certains points.

En résumé et pour présenter les faits précédemment exposés sous une forme conciliante pour les deux histologistes dont les théories sont en opposition si formelle, on peut considérer chaque territoire cellulaire de la couche à calicoblastes comme fonctionnant à la façon d'une glande à sécrétion mérocrine, contrairement à l'hypothèse de Heider et conformément à celle de Koch, mais d'une glande à sécrétion figurée entièrement élaborée à son intérieur conformément aux vues du premier et contrairement à celles du second.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la part qui revient à la branche anastomotique du spinal dans les propriétés physiologiques du pneumogastrique ou pneumo-spinal.* Note de MM. **F.-X. Lesbre** et **F. Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

On sait que le pneumo-gastrique, tel qu'il se présente dans la région cervicale, comprend la branche interne ou anastomotique du spinal qui s'y est réunie au niveau du ganglion plexiforme. Comme ce dernier se trouve

en général très près de la base du crâne, il est extrêmement difficile d'expérimenter sur les deux nerfs individuellement, avant leur réunion, et partant de déterminer leurs propriétés respectives. On est obligé d'opérer à l'intérieur même du crâne, sur leurs racines. C'est pourquoi Cl. Bernard imagina le procédé de l'arrachement du spinal.

Or, nous avons trouvé chez le porc une disposition anatomique particulière qui est extrêmement favorable à l'expérimentation. La branche interne du spinal, au lieu de se réunir immédiatement au pneumo-gastrique, s'accole simplement à lui sur une longueur de plusieurs centimètres, jusqu'au point où les deux nerfs se jettent dans le ganglion plexiforme, qui est situé loin de la base du crâne. Dans ce trajet, le spinal est en avant et en dehors du pneumo-gastrique. Rien n'est plus facile que de les isoler avec une sonde et de constater, pour chacun, les effets de la section et de l'excitation. Il convient toutefois d'être en garde contre deux causes d'erreur : d'une part, la diffusion du courant électrique d'excitation d'un nerf à l'autre, que l'on évite en excitant les nerfs aussi loin que possible du ganglion plexiforme avec un courant faible; d'autre part, la possibilité de phénomênes de récurrence, que l'on supprime au moyen de sections bilatérales, comme il sera exposé plus loin.

Les résultats obtenus peuvent se grouper de la manière suivante :

A. *Effets de la section de la branche interne du spinal (au-dessous du point d'émission du nerf pharyngien)*. — 1° La section unilatérale de la branche interne du spinal paralyse la glotte du côté où elle a été pratiquée et entraîne la raucité de la voix. Le cœur s'accélère légèrement; 2° La section bilatérale du même nerf produit le relâchement des deux cordes vocales et l'aphonie. Le cœur subit une accélération considérable s'élevant jusqu'à 180 pulsations, ainsi que les mouvements respiratoires qui atteignent 60 à 70 par minute. Et ces accélérations persistent jusqu'à la mort, qui s'est produite 5 jours après l'opération.

A l'autopsie, on a trouvé des lésions de broncho-pneumonie résultant de fausses déglutitions, et une distension énorme de l'estomac, par des aliments qui avaient fermenté sans subir la moindre action digestive. Ces aliments étaient stratifiés dans l'ordre même où ils avaient été déglutis, ce qui implique une paralysie complète du viscère.

La section bilatérale de la branche interne du spinal est donc, chez le porc, incompatible avec une survie prolongée.

B. *Effets de l'excitation de la branche interne du spinal.* — L'excitation du bout central est sans effet.

L'excitation du bout périphérique produit :

1° Le ralentissement ou l'arrêt du cœur avec chute immédiate de la pression artérielle ;

2° Le rapprochement des cordes vocales avec occlusion énergique de la glotte;

3° La contraction de la couche musculaire des bronches, constatée à l'aide du dispositif de P. Bert consistant à mettre la trachée en rapport avec un tambour à levier;

4° La contraction violente de l'œsophage thoracique, de l'estomac et de tout l'intestin, rectum compris. Le pharynx et l'œsophage trachéal, recevant leur motricité du nerf pharyngien, ainsi que l'a montré M. Chauveau pour les solipèdes, le bœuf, le mouton, et le chien, restaient au repos, car le nerf pharyngien s'échappe du spinal au-dessus du point où nous avions pratiqué la section.

C. *Effets de l'excitation du pneumogastrique.* — L'excitation du bout central produit une vive douleur.

Pour éloigner toute cause d'erreur en ce qui concerne les effets de l'excitation du bout périphérique, il faut absolument couper au préalable la branche interne des deux spinaux. On constate alors que cette excitation est sans action sur le cœur, sur la motricité du larynx, des bronches et du tube digestif. Le pneumogastrique se comporte donc comme un nerf sensitif.

Lorsque les deux nerfs sont coupés d'un seul côté, on constate quelquefois que l'excitation de leur bout périphérique provoque de la douleur. Dans ce cas, l'excitation du bout périphérique du pneumogastrique produit des mouvements de la glotte qui pourraient faire croire à l'existence de fibres motrices; ces mouvements sont toutefois moins prononcés et moins nets que ceux déterminés par l'excitation du spinal. La douleur ne peut s'expliquer que par des fibres sensitives récurrentes provenant du pneumogastrique opposé, et les mouvements, par un phénomène réflexe ayant son point de départ dans l'excitation de ces fibres récurrentes et ses voies de retour dans le spinal opposé; ce qui le démontre c'est que la section de celui-ci supprime tout phénomène moteur.

D. *Effets de la section du pneumogastrique.* — La section unilatérale ne produit d'autre effet apparent que la douleur. La section bilatérale est suivie d'une grande accélération de la respiration, qui ne dure pas; dès que l'animal est relevé, cette fonction redevient et reste normale. Le cœur n'est pas troublé. Le sujet continue à vivre, à s'accroître et à engraisser; à peine observe-t-on une petite gêne de la déglutition qui peut s'expliquer par la suppression des excitations sensitives. Au bout de trois mois, on le sacrifie en pleine santé. L'autopsie ne décèle rien d'anormal; *aucun des muscles du larynx n'a subi de dégénérescence.*

La section double du pneumogastrique n'est donc pas incompatible avec la vie, contrairement à ce que l'on aurait pu croire avant cette expérience.

E. *Effets de la section du pneumogastrique d'un côté* (*au-dessus de l'émission du laryngé supérieur donnant le laryngé externe*) *et de la branche interne du spinal de l'autre côté* (*au-dessous de l'émission du pharyngien*). — L'animal survit très bien à cette section alterne. Deux mois après, on le sacrifie et l'on constate que, du côté de la section du pneumogastrique, tous les muscles du larynx, y compris le crico-thyroïdien, sont parfaitement sains, tandis que, du côté où la branche interne du spinal a été coupée, les muscles intrinsèques du larynx sont complètement dégénérés, pâles et atrophiés, à l'exception du crico-thyroïdien.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences concernant la pathogénie de l'anthracose pulmonaire.* Note MM. **G. Kuss** et **E. Lobstein**, présentée par M. A. Chauveau.

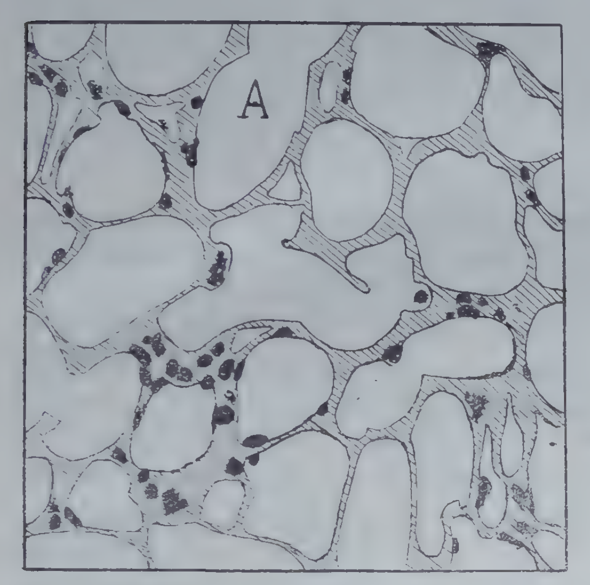
Dans une Note précédente (19 novembre 1906) nous avons établi que les fines poussières atmosphériques pénètrent très facilement dans les alvéoles pulmonaires et que les quantités de noir de fumée qui déterminent, par inhalation d'une fumée peu dense, une anthracose pulmonaire très marquée, ne produisent, par voie d'ingestion, ni anthracose mésentérique, ni anthracose pulmonaire.

A ces résultats MM. Calmette, Vansteenberghe et Grysez ont opposé plusieurs objections : d'après eux, les granulations de fumée n'arriveraient aux alvéoles que dans les inhalations qui se prolongent au delà de 1 heure; leur pénétration alvéolaire n'aurait donc pas lieu lorsqu'on respire transitoirement des poussières. Cette objection tombe devant ce fait que, dans nos nouvelles expériences, nous avons obtenu une anthracose pulmonaire et ganglionnaire très manifeste en soumettant le jeune cobaye à des inhalations de 20 minutes, répétées matin et soir pendant 3 semaines.

M. Calmette nous objecte surtout que les anthracoses pulmonaires aérogènes seraient de simples dépôts de suie tapissant la surface des voies respiratoires et que les granulations de charbon ne traverseraient pas les parois alvéolaires ; l'examen microscopique de nos préparations prouve que cette objection n'est pas fondée; la figure ci-après montre quelle était la localisation apparente de l'anthracose obtenue, chez un très jeune cobaye, après huit séances quotidiennes de 5 heures dans notre caisse d'inhalations. Le poumon contient un grand nombre de cellules très fortement chargées de poussières : les unes sont accolées à la paroi alvéolaire, les autres semblent être à l'intérieur des travées ; d'ailleurs la pénétration du charbon dans le parenchyme est certaine car nous avons trouvé une anthracose généralisée des ganglions bronchiques; celle-ci était due à coup sûr à l'expérience d'inhalation, attendu que, chez nos cobayes très jeunes, nous n'avons jamais trouvé d'anthracose spontanée.

Dira-t-on que cette infiltration anthracosique profonde du parenchyme pulmonaire s'était faite par voie intestinale? Mais, dans toutes nos expériences d'inhalation nous avons trouvé identiquement les mêmes résultats chez les cobayes très jeunes et chez les adultes et M. Calmette reconnaît lui-même que les ganglions mésentériques des jeunes animaux ne laissent

pas passer les poussières. D'autre part, dans nos expériences parallèles d'inhalation et d'ingestion, nous avons constamment trouvé le poumon normal chez les témoins qui avaient reçu, par ingestion, une dose de noir de fumée au moins équivalente à la quantité totale respirée pendant les inhalations. Il serait inexact d'attribuer cette immunité des témoins à ce que le noir de fumée recueilli avait perdu, par tassement sur notre filtre





Cobaye de 200g ayant inhalé une fumée peu dense pendant 40 heures. — Grossissement de 150 diamètres. — A : parenchyme pulmonaire infiltré de grosses cellules à poussières. B : ganglion trachéo-bronchique.

aérien, la ténuité qu'il présentait dans l'atmosphère enfumée. En effet, nous avons contrôlé nos premiers résultats, en faisant ingérer cette fois aux témoins une dose équivalente d'encre de Chine (dont 1^{cm^3} contient 7^{cg} de noir de fumée), les ganglions mésentériques sont demeurés absolument indemnes et les poumons n'ont pas présenté d'autre altération que la très faible anthracose microscopique qui existe spontanément chez beaucoup d'animaux.

M. Calmette nous oppose enfin des expériences qui lui sont personnelles et qui conduiraient à des conclusions inverses des nôtres; en faisant pénétrer dans l'intestin du cobaye 3^{cm^3} à 20^{cm^3} d'encre de Chine, il a obtenu, par absorption intestinale, une anthracose pulmonaire interstitielle qui serait la forme histologique réelle de l'anthracose pulmonaire spontanée. Par

contre, W. Schultze, puis Remlinger et Basset n'ont pas pu reproduire ces résultats.

Nous avons réalisé, comme M. Calmette, l'inondation de l'intestin grêle par l'encre de Chine, à la dose de 4^{cm^3} et plus généralement de 20^{cm^3} injectés directement dans le duodénum; deux fois nous avons préalablement lié le pylore pour assurer une imprégnation de l'intestin grêle plus complète et plus prolongée; en sacrifiant les animaux 12 heures après l'injection, nous avons obtenu constamment une anthracose mésentérique partielle, macroscopiquement appréciable; les poumons, à première vue, semblaient indemnes; néanmoins nous avons trouvé dans la plupart des cas, à la face interne des lobes supérieurs, un très petit nombre de nodules noirs sous-pleuraux, ayant un demi-millimètre de diamètre.

Ces petits nodules étaient dus à la réplétion des capillaires sanguins par des granulations anthracosiques; au voisinage de ces embolies capillaires, le tissu sous-pleural présentait une légère infiltration anthracosique des cloisons interalvéolaires; par contre les parties centrales des poumons et les lobes inférieurs étaient normaux.

Cette anthracose pulmonaire si limitée et si faible, caractérisée surtout par une injection des capillaires sous-pleuraux, est bien différente de l'anthracose spontanée des poumons. Pour la réaliser, il a fallu inonder l'intestin d'encre de Chine : or l'inhalation d'une quantité équivalente de fumée nécessiterait un séjour permanent de 10 jours dans notre caisse d'expériences, et produirait une anthracose massive totale du poumon. Par conséquent les conditions expérimentales réalisées par M. Calmette ne permettent pas de tirer des conclusions applicables à la pathogénie de l'anthracose pulmonaire spontanée.

Conclusions. — 1. L'anthracose pulmonaire physiologique, c'est-à-dire celle qui survient spontanément dans la vie ordinaire, se produit par inhalation et non par déglutition.

2. L'intestin normal n'est pas absolument imperméable aux granulations fines de noir de fumée : dans les conditions étiologiques des pneumoconioses professionnelles, cette très faible perméabilité intestinale permet quelquefois l'infiltration anthracosique des ganglions mésentériques; mais la quantité de poussières qui peuvent arriver par cette voie aux poumons reste absolument insignifiante et pratiquement négligeable.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Cérithidés dans l'Éocène moyen et supérieur du Bassin de Paris.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. A. de Lapparent.

Dans le but d'établir des parallélismes rigoureux entre les différents termes de l'Éocène moyen et supérieur de l'Europe occidentale, j'ai cherché à suivre l'évolution de la faune de Mollusques, afin d'y déterminer ce qui revient en propre aux *mutations*, c'est-à-dire aux *faits d'évolution* sur lesquels nous pourrons ensuite baser nos déterminations stratigraphiques. La faune du bassin de Paris n'avait jamais été étudiée à ce point de vue.

Les Cérithes m'ont paru être des fossiles éminemment propres à ce genres d'études. Leur ornementation est souvent très compliquée et, d'autre part, leur évolution ontogénique est suffisamment lente, surtout dans les grandes espèces, pour que l'on puisse la suivre en étudiant la pointe de la coquille; on constate alors qu'il existe un certain nombre de groupes d'espèces, caractérisés chacun par un mode particulier de l'évolution de l'ornementation; ce sont des *séries* de formes dont on peut définir le degré de parenté, en déterminant ce qui est *variété, race et mutation,* et qui ne correspondent pas en général aux genres ou sous-genres actuellement proposés, car ils sont hétérogènes.

On peut toujours distinguer, dans le développement d'un Cérithe, après une phase embryonnaire, une phase pendant laquelle l'ornementation apparaît et évolue, et qui peut être elle-même, dans les grandes espèces, susceptibles de subdivisions; c'est cette phase qu'il est surtout important de connaître; puis vient le stade adulte, suivi lui-même parfois d'un stade gérontique (altération de la forme du labre dans les Campaniles). Je n'étudierai ici que les séries qui donnent les résultats les plus importants.

Série du C. giganteum *Lk.* (Campanile). — Les échantillons appartenant à cette série sont trop rares pour que l'on puisse suivre l'enchaînement des espèces; nous pouvons dire cependant que ces formes très évoluées et très compliquées donnent des résultats stratigraphiques importants : on peut distinguer une zone lutétienne à *C. giganteum, C. parisiense, C. Benechi,* et une zone bartonienne inférieure à *C. auversiense* et *C. cornucopiæ;* ce dernier se retrouve dans les couches à Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët.

Série du C. serratum *Brug.* — L'ornementation débute par trois rangées granuleuses, dont la postérieure se transforme en une rangée de tubercules, alors que les deux autres s'effacent; le labre est peu sinueux. *C. serratum* passe du Lutétien dans le Bartonien, et on le trouve au Bois-Gouët en compagnie d'une race spéciale, *C. claræ;* il donne naissance : 1° à (?) *C. mutabile* (S. M.) (1) qui se retrouve à Fresville (Cotentin) d'après M. Cossmann, et dont *C. Renati* du Bois-Gouët n'est qu'une race;

(1) S. M., sables moyens; S. C., sables de Cresne; C. G., calcaire grossier.

2° à *C. tuberculosum* (S. M.), dont *C. Brocchii* est une variété, et qui est représenté par une forme spéciale dans les sables de Cresne.

Série du C. semicoronatum *Lk.* — L'évolution de l'ornementation se passe à peu près comme dans *C. serratum*, mais le labre est un peu plus sinueux ; en tout cas, ce sont deux séries étroitement apparentées. Cette série est représentée dans le calcaire grossier par trois espèces : a. *C. semicoronatum* (C. G.) se retrouve typique dans le Cotentin ; b. *C. emarginatum* (C. G.) se retrouve un peu différent au Bois-Gouët, où *C. conoideum* auct. en est une variété ; il est représenté par une mutation à Fresville ; c. *C. conoideum* (C. G.-S. C.) n'est typique que dans le Lutétien ; mais une variété, qui accompagne le type dans le Lutétien, monte jusque dans les sables de Cresne ; c'est de lui que semble se détacher *C. submarginatum* (S. M., S. C.) dont on retrouve une race dans le Cotentin, et qui forme passage au *C. conarium* (S. M., S. C.) ; enfin le *C. cordieri* (S.M., S. C.) est peut-être aussi une mutation de la même forme ; il se retrouve au Bois-Gouët, et est représenté par la race *occidentalis* Coss. dans le Cotentin.

Série du C. cinctum *Lk.* — Encore très voisine des deux précédentes. *C. cinctum* (C.G., S.M.) se retrouve dans le Cotentin avec la race *vincularis* C. et P. ; *C. crassituberosum* des sables moyens et de Fresville semble en être une mutation.

Séie du C. denticulatum *Lk.* — Cette espèce (C.G.-S.C.) est lisse sur un grand nombre de tours, qui sont subulés ; puis apparaissent trois rangées de granules fusiformes, dont la postérieure se développe en denticules aigus ; les rangées antérieures disparaissent ; elles persistent dans la var. *contiguum* (C.G.) qui donne *C. Hericarti* des sables moyens et de Fresville.

Série du C. tiara *Lk.* — L'ornementation débute par des côtes granuleuses, dont la partie postérieure s'élève peu à peu en tubercules, tandis que la partie antérieure s'efface peu à peu ; le labre présente une échancrure caractéristique. *C. tiara* (C.G., S.M.) passe insensiblement à *C. Gravesi* (C. G.-S. C.); *C. Blainvillei* (C. G., S. M.), dont *C. Monthiersi* du Bois-Gouët n'est qu'une race, appartient à la même série et forme passage au *C. Bonelli* (C. G., S. M.) qu'on retrouve dans le Cotentin.

Série du C. filiferum *Desh.* — *C. filiferum* en Lutétien est remplacé dans les Sables Moyens par *C. globulosum*, qui semble en être une mutation, et qui se retrouve dans le Cotentin et au Bois-Gouët.

Série du C. lapidum *Lk.* — La pointe est très allongée, composée de tours étroits et convexes, ornés de deux carènes obtuses. Dans *C. lapidum* (C. G.-S. C.) type, la carène antérieure persiste et devient denticulée; il y a une variété à tours arrondis. *C. perditum* en diffère par la constance des carènes du jeune, qui persistent dans l'adulte, et par une dilatation singulière des derniers tours ; c'en est une mutation, qui apparaît dans les Sables Moyens et qu'on retrouve au Bois-Gouët.

Série du C. echinoides *Lk.* — Cette série donne des résultats stratigraphiques très importants. Les trois ou quatre premiers tours sont carénés en avant, et portent trois filets simples; ils s'arrondissent ensuite et se couvrent de costules; en même temps les filets spiraux se transforment en carènes, denticulées à l'intersection des costules; les deux carènes postérieures continuent à se développer, tandis que l'antérieure disparaît. Il existe, dans l'adulte, une échancrure caractéristique du labre, qui est simplement sinueux dans le jeune. *C. echinoïdes* (C. G.-S. C.) a deux carènes longitudinales den-

ticulées; les carènes s'effacent et les denticules se transforment en tubercules arrondis chez *C. pleurotomoides* du Bartonien et du Cotentin (Fresville); ces deux espèces présentent, chacune à leur niveau, une var. *crenifera.* Dans certains individus de *C. pleurotomoides,* la rangée antérieure de tubercules disparaît; cette variété donne *C.* mut. nov. des sables de Cresne; d'autres échantillons de la même espèce n'ont aussi qu'une rangée de tubercules, mais ceux-ci ont une tendance à s'allonger en costules : c'est une transition vers *C.* n. sp. des sables moyens et du Cotentin; la même variété persiste dans les sables de Cresne et donne, dans la zone à *Ph. ludensis,* le *C. rusticum* Desh., caractérisé par ses costules distantes et comprimées,

Série du C. tricarinatum *Lk.* — J'ai déjà montré qu'à *C. tricarinatum* Lk succédait une mutation *crispiacensis* des Sables Moyens et du Bois-Gouët; de cette mutation se détache, dans le même niveau, *C. mixtum* qu'on retrouve dans le Cotentin.

Il résulte de l'étude de l'évolution des Cérithes dans le bassin de Paris : 1° que la couche de Mortefontaine appartient à la même zone paléontologique que les Sables Moyens; 2° que les sables de Montagny appartiennent à la même zone paléontologique que les sables de Cresne; 3° que la zone à *Pholad. ludensis* constitue une zone paléontologique aussi distincte que les sables de Cresne et que les Sables Moyens.

M. H. Charlton Bastian adresse une Note *Sur l'origine* de novo *des Bactéries,* Bacilli, Vibriones, Micrococci, Torulæ *et Moisissures dans certaines solutions salines, préalablement surchauffées, contenues dans des éprouvettes hermétiquement scellées.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Tome CXLIII.)

—

Notes de M. *Jean Becquerel* sur les phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux.

Par suite d'une erreur dans l'étalonnage d'un ampèremètre, les valeurs données dans plusieurs Notes pour l'intensité du champ magnétique doivent être multipliées par $\frac{4}{5}$ de sorte qu'il faut lire :

Séance du 26 mars 1906, page 778, lignes 17 et 32, 25440 *au lieu de* 31800.

» 9 avril 1906, page 876, ligne 2, 18240 *au lieu de* 22800.

Séance du 21 mai 1906, page 1145, lignes 10 et 14, 16000 *au lieu de* 20000.
» 3 déc. 1906, page 892, ligne 12, 25600 *au lieu de* 32000.

Séances du 21 mai 1906, page 1145, ligne 15; du 3 déc., page 892, ligne 22; du 10 déc., page 963, ligne 17, $\frac{e}{m} = 1,3 \times 10^8$ *au lieu de* $\frac{e}{m} = 1,1 \times 10^8$.

(Tome CXLIII, Séance du 31 décembre 1906.)

Note de M. *Houdard*, Solubilité du carbone dans le protosulfure de manganèse :

Page 1231, ligne 4 en remontant, *au lieu de* L'analyse du produit nous a donné Mn pour 100 : 63,22; S pour 100 : 36,78, *lisez* L'analyse du produit nous a donné Mn pour 100 : 63,19; S pour 100 : 36,61 (théorie Mn pour 100 : 63,22; S pour 100 : 36,78).

(Tome CXLIV, Séance du 7 janvier 1907.)

Note de MM. *Henri Moissan* et *Tosio Watanabe*, Sur la distillation des alliages d'argent et de cuivre, d'argent et d'étain, d'argent et de plomb :

Page 18, Alliage d'argent et de plomb, ligne 7, *au lieu de* 93,81 *lisez* 96,81.